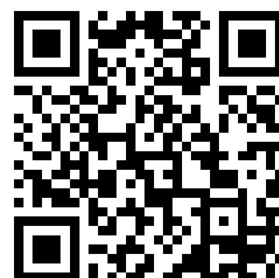
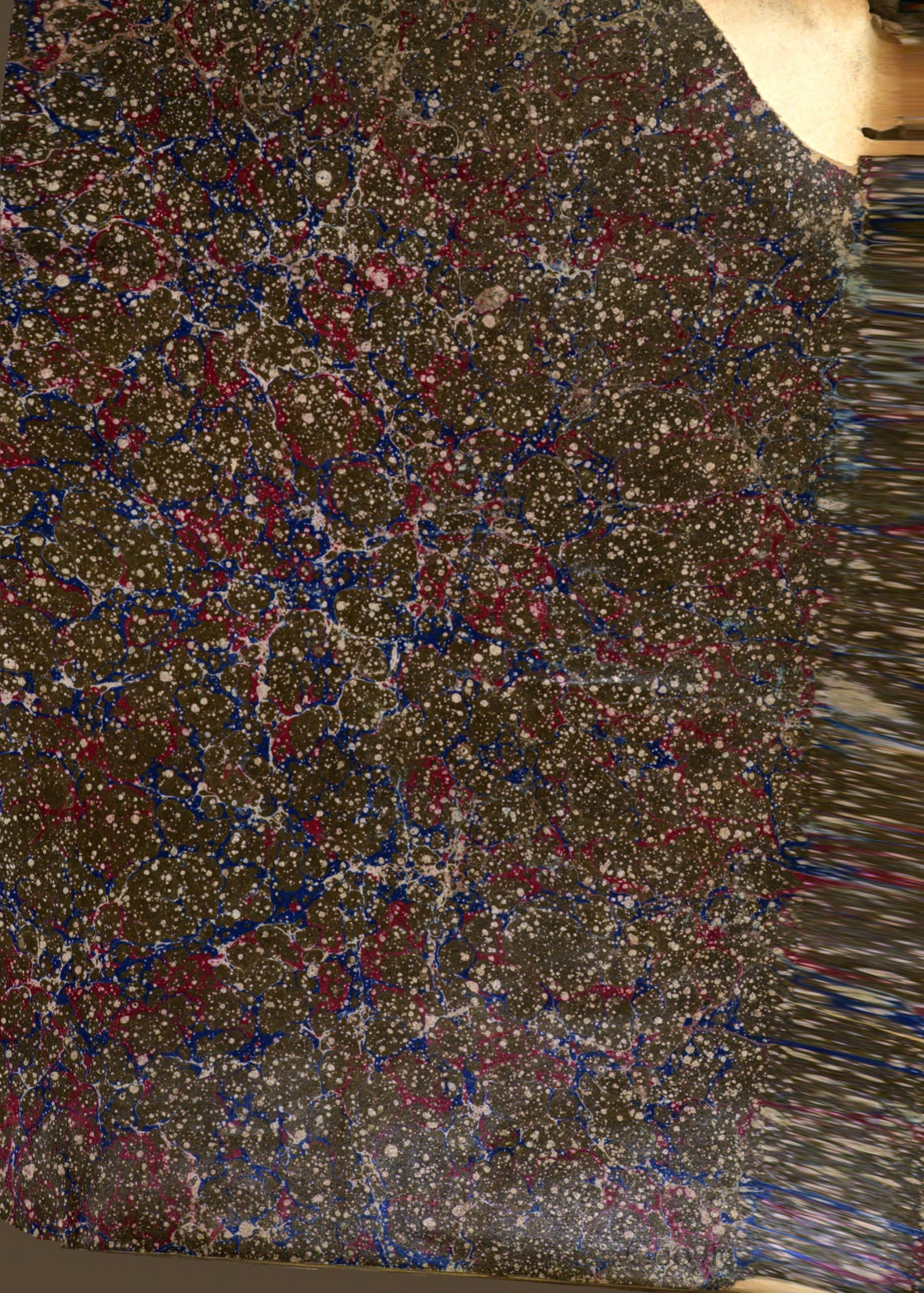
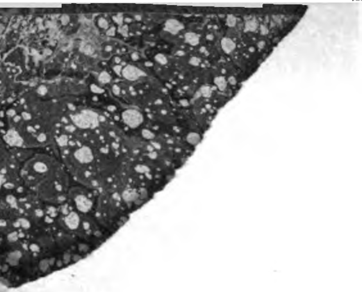






(1C

Untersuchung

über

systematische Fehler bei Doppelsternbeobachtungen

ausgeführt in Verbindung

mit einer Bahnbestimmung des Doppelsterns

„η coronae borealis“

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät der Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen

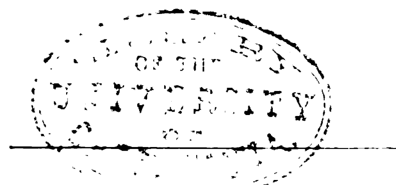
vorgelegt

von

A. G. W.

Ernst Grossmann,

Assistent an der kgl. Sternwarte.



Göttingen 1892.

Druck der Dieterich'schen Univ.-Buchdruckerei.
W. Fr Kaestner.

Tag der Promotion: 1891 Juni 29.
Referent: Herr Professor W. Schur.

Inhalt.

Betrachtet man die Doppelsternastronomie als die erste Station auf dem Untersuchungswege, der zu der Erkenntnis des dynamischen Systems führt, welchem unsre Sonne mit ihren Planeten beigeordnet ist, so sind es vornehmlich zwei Sätze von fundamentaler Bedeutung, deren Bestätigung sie uns bis jetzt gegeben hat:

1. Es giebt ausser den zu unsrem Sonnensystem vereinigten Körpern noch andere im Weltall, die physisch zu Systemen mit einander verbunden sind.

2. Dieselben zeigen eine Bewegung um einen gemeinsamen Schwerpunkt, die bis jetzt überall durch das Newton'sche Gravitationsgesetz ihre vollständigste Erklärung findet.

Während der erste Satz unmittelbar aus den Beobachtungen hervorgeht, sind zum Beweise des zweiten zahlreiche Untersuchungen erforderlich gewesen, die darin bestanden, dass man unter Zugrundelegung dieses Gesetzes Bahnen rechnete und die Resultate wieder mit den Beobachtungen verglich. Der Erfolg ist ein günstiger gewesen, indem sich überall die Voraussetzung als richtig erwies. Die bis jetzt vorgenommenen zahlreichen Untersuchungen über Doppelsterne haben dargethan, dass es keinen einzigen giebt, dessen Bewegung nicht als eine Folge des Gravitationsgesetzes aufgefasst werden kann. Modifikationen dieses Gesetzes, deren Möglichkeit gerade in jüngster Zeit wegen der in der Merkur- und Mondbahn auftretenden Unregelmässigkeiten, die hinweg zu schaffen bis jetzt nicht gelungen ist, hervorgehoben wurde, haben die Grenzen willkürlicher Mutmassung noch nicht überschritten; sie würden indes bei den Doppelsternen zwischen Beobachtung und Rechnung Abweichungen veranlassen, die durch die jetzt wirklich noch auftretenden, von denen sogleich weiter die Rede sein wird, völlig verdeckt erscheinen würden. Aber selbst, wären derartige Abweichungen regelmässiger Natur konstatiert, so läge die Annahme der Erklärung derselben durch Einwirkungen unsichtbarer Begleiter, besonders nach Analogie der Verhältnisse in unsrem Sonnensysteme, viel näher, als die obengenannte, eine Modifikation des Newton'schen Gravitationsgesetzes betreffende; zudem ist bereits ein solcher Begleiter von H. Seeliger in dem mehrfachen Sternsystem ζ cancri konstatiert. Die Untersuchungen auf diesem Gebiete sind zunächst noch mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verbunden; bevor wir auf ihm weitere Fortschritte machen können, gilt es eine dritte Aufgabe der Doppelsternastronomie, vielleicht die schwierigste und zeitraubendste des ganzen Problems, zu lösen, nämlich Untersuchungen anzustellen über die Existenz und Grösse der sogenannten systematischen Fehler der Beobachter, ihre allgemeinen Eigenschaften aufzufinden und die Factoren zu bestimmen, die sie bedingen und die sie verändern.

Es sind bereits wertvolle Untersuchungen hierüber, besonders von einigen Beobachtern

selbst, angestellt; alle diese haben aber ebenso sehr zu der Erkenntnis der noch zu überwindenden Schwierigkeiten beigetragen, wie sie positive Resultate erzielt haben. In der Doppelsternastronomie als solcher ist vorläufig gewissermassen ein Stillstand eingetreten; denn die alleinige Ableitung der Elemente einer Bahn hat jetzt und in der nächsten Zeit wenig Bedeutung; sie ist nur ein Mittel und nicht der Zweck der Arbeit. Diese muss darin bestehen, eine möglichst ideale Bahn zu schaffen und aus der Vergleichung der Beobachtungen mit dieser Resultate über die systematischen Fehler abzuleiten. Erst aus zahlreichen Untersuchungen dieser Art wird man definitive Resultate erzielen können; und der Zweck wird erreicht sein, wenn man im stande ist, a priori die systematischen Fehler an die Beobachtungen anzubringen, bevor man an die Ableitung der Elemente geht. Die dann noch auftretenden Abweichungen müssen sich völlig im Bereich der zufälligen Fehler bewegen; im anderen Falle sind sie als die Einwirkungen störender, unsichtbarer Begleiter zu betrachten.

Im Sinne dieser Erkenntnis beizutragen, soll der Zweck der folgenden Untersuchung über den Doppelstern η coronae borealis sein. Auf die Vorzüge, die dieser bietet, werde ich später näher eingehen; ich gebe zunächst nach einer Zusammenstellung der Beobachtungen und nach einem kurzen historischen Ueberblick die Ableitung der Bahnelemente nebst Prüfung derselben durch die Darstellung der Beobachtungen.

I.

Die Beobachtungen.

Die in Zukunft gebrauchten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

t = Zeit der Beobachtung (Jahresmittel)

n = Anzahl der vereinigten Abendmittel

p = Positionswinkel

ϱ = Distanz

Ein den beiden letzten angefügtes o bedeutet »beobachtet«, e = geschätzt, c = corrigiert, während ein vorgesetztes Δ die Differenz mit dem betreffenden Ephemeridenort sein soll.

In der folgenden Tabelle beziehen sich die Differenzen auf das später angeführte Elementensystem IV.

Die Behandlung der Beobachtungen, Bildung der Jahresmittel, Ausschluss verschiedener von der Rechnung etc. wird später im Capitel IV (Bildung der Normalorte) näher besprochen.

Die Abweichungen sind stets im Sinne Beobachtung — Rechnung gegeben; unter Correction ist jedoch der Betrag zu verstehen, der an die Beobachtung angebracht werden muss, um den Ephemeridenort zu geben.

Die Angabe der Werke, denen die Beobachtungen entnommen sind, habe ich unterlassen, da dieselben im Allgemeinen zur Genüge bekannt sein dürften.

t	Praec.	Beobachter	p_0	Δp_0	n	ρ_0	ρ_0	$\Delta\rho$	n
1781.69	0°.49	W. Herrschel	30°.19	+ 4°.42	1				
1802.68	.38	„ — „	179.29	+ 4.43	1				
17.57	.31	Cooper, Amici	—	—	—	0''.670		— 0''.086	1
19.70	.30	W. Struve	358.70	— 14.62	1				
23.27	.28	J. Herschel, South	25.67	— 0.16	2	1.577		+ 0''.535	1
26.77	.26	W. Struve	35.02	— 1.61	4	1.075		+ 0.034	4
28.55	.25	J. Herschel	27.05	— 15.28	1				
29.55	.25	W. Struve	43.00	— 2.97	2	0.960		0.000	2
30.30	.25	J. Herschel	44.22	— 4.60	7	0.817		— 0.079	4
31.34	.24	Dawes	50.53	— 2.59	3				
.42	.24	J. Herschel	52.26	— 1.22	10	1.020		+ 0.168	1
.63	.24	W. Struve	50.39	— 4.02	3	0.883		+ 0.018	3
32.48	.24	J. Herschel	56.43	— 1.97	10	0.710		— 0.082	2
.55	.23	Dawes	56.47	— 2.33	1				
.63	.23	Smyth	56.97	— 2.24	1		0''.800	+ 0.001	1
.76	.23	W. Struve	56.64	— 3.26	3	0.790		— 0.015	3
33.28	.23	J. Herschel	61.87	— 0.83	8	0.740	0.700	— 0.007	2
.39	.23	Dawes	63.38	+ 0.08	3		0.700	— 0.070	1
.57	.23	Smyth	61.67	— 2.68	1		0.800	+ 0.033	1
34.60	.22	Smyth	67.88	— 3.00	1		0.600	— 0.105	1
.84	.22	W. Struve	68.88	— 3.68	1	0.700		+ 0.011	1
35.53	.22	W. Struve	75.43	— 2.32	5	0.736		+ 0.085	5
.65	.22	Smyth	74.98	— 3.76	1		0.600	— 0.047	1
36.49	.22	Lamont	86.30	+ 0.26	1	0.920		+ 0.316	1
.50	.22	O. Struve	87.98	+ 1.85	3				
.52	.22	W. Struve	88.55	+ 2.22	6		0.563	— 0.037	6
.59	.21	Smyth	88.89	+ 1.88	1		0.500	— 0.099	
37.47	.21	O. Struve	95.89	— 0.02	1				
.51	.21	W. Struve	95.07	— 1.28	4		0.380	— 0.179	4
.68	.21	Smyth	102.09	+ 3.87	1		0.500	— 0.053	1
38.19	.21	Smyth	109.69	+ 5.61	1		0.500	— 0.036	1
.44	.21	W. Struve	106.44	— 0.65	4		0.360	— 0.168	4
.44	.21	O. Struve	107.62	+ 0.53	4	0.370		— 0.159	4
.64	.20	Galle	109.62	+ 0.08	4	0.700		+ 0.175	4
39.59	.20	Dawes	119.59	— 2.09	2		0.500	— 0.010	1
.67	.20	Smyth	119.90	— 2.82	1		0.500	— 0.010	1
.82	.20	O. Struve	127.00	+ 2.32	4	0.585		+ 0.076	2
.82	.20	W. Struve	126.67	+ 1.99	3		0.630	+ 0.121	3
40.52	.20	O. Struve	137.76	+ 3.92	7	0.518		+ 0.006	5
.62	.19	Dawes	135.29	+ 0.16	2		0.500	— 0.011	1
.82	.19	Mädler	150.49	+ 12.78	1	0.400		— 0.116	1
41.50	.19	O. Struve	151.05	+ 4.79	4	0.520		— 0.009	4

t	Praec.	Beobachter	p_0	$\Delta\varrho_0$	n	ϱ_0	ϱ_c	$\Delta\varrho$	n
1841.51	0°.19	Mädler	149°.95	+ 3°.61	7	0″.600		+ 0″.071	7
.65	.19	Dawes	149.21	+ 1.19	6	0.495		— 0 037	1
.66	.19	Kaiser	144.71	— 3.43	5	0.370		— 0.162	3
42.46	.19	Mädler	159.64	+ 2.28	9	0.530		— 0.027	9
.58	.19	Smyth	151.11	— 7.55	5		0″.300	— 0.261	1
.58	.19	Dawes	156.45	— 2.21	2		0.525	— 0.036	2
.60	.19	O. Struve	158.76	— 0.12	2	0.610		+ 0.048	2
43.50	.18	Mädler	169.22	+ 1.12	13	0.584		— 0.009	13
.72	.18	Kaiser	178.52	+ 8.31		0.435		— 0.167	2
44.39	.18	Mädler	173.84	— 2.43	3	0.567		— 0.059	3
.71	.18	O. Struve	176.93	— 2.08	1	0.480		— 0.156	1
45.52	.17	Mädler	186.04	+ 0.46	19	0 583		— 0.076	19
.61	.17	O. Struve	181.93	— 4.35	5	0.578		— 0.084	5
.64	.17	W. Struve	188.13	+ 1.61	1	0.600		— 0.062	1
46.51	.17	Mädler	193.80	+ 0.67	13	0.561		— 0.115	13
.61	.17	O. Struve	193.76	— 0.11	3	0.550		— 0.127	3
.68	.16	Mitchel	196.17	+ 1.78	3	0.690		— 0.087	3
.69	.16	Smyth	188.34	— 6.12	1		0.500	— 0.177	1
.88	.16	Dawes	196.61	+ 0.73	1		0.600	— 0.078	1
47.08	.16	Hind	196.42	— 0.95	3				
.45	.16	Mädler	200.59	+ 0.48	16	0.727		+ 0.051	16
.53	.16	Dawes	200.67	— 0.04	1		0.650	— 0.026	1
.64	.16	O. Struve	201.44	— 0.09	5	0.494		— 0.180	5
.70	.16	Mitchel	200.24	— 1.74	1	0.500		— 0.173	1
48.29	.16	Mädler	205.58	— 0.92	3	0.629		— 0.031	3
.34	.16	Dawes	204.28	— 2.61	2	0.652		— 0 008	2
.47	.16	Dawes	207.27	— 0.64	1	0.692		+ 0.037	1
.62	.16	Bond	208.64	— 0.48	2		0.800	+ 0 151	
.72	.15	O. Struve	207.65	— 2.28	2	0.495		— 0.152	2
49.44	.15	Dawes	218.13	+ 2.03	2	0.694		+ 0.080	1
.65	.15	O. Struve	213.82	— 4.22	3	0.527		— 0.075	3
50.50	.15	W. Struve	221.05	— 5.75	1	0.460		— 0.088	1
.52	.15	O. Struve	221.45	— 5.59	3	0.427		— 0.120	3
.56	.15	Fletcher	234.85	+ 7.34	2		0.700	+ 0.157	2
.70	.15	Mädler	228.62	— 0.52	3	0.417		— 0.117	3
51.35	.14	Hartnup	236.48	— 1.25	2				
.40	.14	Lassell	239.16	+ 0.70	3				
.42	.14	Dawes	237.95	— 0.79	2	0.525	0.600	+ 0.045	2
.56	.14	O. Struve	233.10	— 7.77	10	0.409		— 0.061	10
.58	.14	Mädler	235.66	— 5.52	6	0.360		— 0.108	6
52.43	.14	Smyth	246.66	— 9.62	3		0.500	+ 0.089	1
.52	.14	Dawes	250.00	— 8.11	1		0.500	+ 0.094	1

t	Praec. —	Beobachter	p_0	Δp_0	n	ϱ_0	ϱ_0	$\Delta\varrho$	n
1852.62	0°.14	O. Struve	257°.86	— 2°.36	6	0″.400		—0″.001	6
.65	.14	Mädler	250.61	— 10.25	10	0.280		— 0.119	10
53.19	.13	Jacob	257.67	— 15.40	?		0″.400	+ 0.022	1
.43	.13	Mädler	268.10	— 10.79	6	0.275		— 0.096	6
.56	.13	O. Struve	278.07	— 4.03	5	0.344		— 0.025	5
.64	.13	Dawes	273.21	— 10.88	4		0.440	+ 0.072	4
54.04	.13	Jacob	285.17	— 8.86	?		0.500	+ 0.128	1
.42	.13	Dawes	300.50	— 2.70	3	0.471		+ 0.091	3
.66	.13	O. Struve	306.37	— 2.33	4	0.378		— 0.010	4
.74	.12	Mädler	316.95	+ 6.45	3	0.260		— 0.131	3
55.39	.12	Jacob	327.58	+ 4.06	?		0.500	+ 0.069	1
.40	.12	Secchi	325.52	+ 1.79	2	0.320		— 0.111	2
.51	.12	Winnecke	324.81	— 0.89	10	0.452		+ 0.014	4
.51	.12	Dawes	322.34	— 3.36	1		0.450	— 0.012	1
.62	.12	O. Struve	324.16	— 3.40	4	0.435		— 0.012	4
.77	.12	Mädler	330.11	+ 0.07					
56·37	.12	Dawes	341.59	+ 2.89	1		0.450	— 0.059	1
.40	.12	Jacob	327.63	— 11.47	2		0.500	— 0.015	1
.43	.12	Winnecke	339.08	— 0.41	17	0.530		+ 0.015	10
.59	.12	Secchi	344 24	+ 2.77	7	0.470		— 0.059	7
.62	.12	O. Struve	341.25	— 0.58	3	0.470		— 0.061	3
57.39	.11	Mädler	347.11	— 2.85	2	0.470		— 0.131	2
.45	.11	Dawes	350.70	+ 0.18	2	0.600	0.600	— 0.009	2
.48	.11	Morton	356.01	+ 5.21	1	0.704		+ 0.095	6
.49	.11	Secchi	350.89	0.00	7	0.578		— 0.033	7
.62	.11	O. Struve	353.87	+ 1.84	4	0.633		+ 0.011	4
.68	.11	Jacob	353.22	+ 0.66	1	0.500		— 0.132	1
58.06	.11	Jacob	356.39	+ 0.75	2	0.675		+ 0.010	1
.49	.11	Secchi	1.04	+ 2.25	3	0.632		— 0.068	3
.52	.11	Dembowski	1.20	+ 2.21	10				
.54	.11	O. Struve	358.63	— 0.50	5	0.690		— 0.014	5
.60	.11	Mädler	6.10	+ 6.57	6	0.692		— 0.018	6
.60	.11	Morton	2.04	+ 2.51	1		0.550	— 0.155	1
59.39	.10	Mädler	4.87	+ 0.48	4	0.697		— 0.078	4
.48	.10	Secchi	4.40	— 0.50	4	0.583		— 0.199	4
.61	.10	O. Struve	7.10	+ 1.50	4	0.748		— 0.045	4
.62	.10	Dawes	5.41	— 0.24	3	0.721		— 0.074	3
60.34	.10	Dawes	8.95	— 0.38	1	0.840		— 0.007	1
.35	.10	Dawes	8.29	— 1.04	1	0.885		+ 0.038	1
61.57	.09	Mädler	16.45	+ 1.83	6	0.942		+ 0.019	6
.58	.09	O. Struve	11.41	— 3.25	3	0.820		— 0.103	3
62.54	.09	Winnecke	16.34	— 1.94	3	1.275		+ 0.304	2

t	Praec. —	Beobachter	p_1	Δp_0	n	ρ_0	ρ_1	$\Delta\rho$	n
1862.56	0°.09	Dembowski	16°.84	— 1°.52	11	0″.710		—0″.262	8
.67	.09	Mädler	22.75	+ 4.00	3	0.996		+ 0.020	3
.76	.09	O. Struve	21.76	+ 2.69	2	0.855		— 0.125	2
63.43	.08	Dembowski	20.75	— 0.63	13	0.810		— 0 196	9
.54	.08	O. Struve	15.12	— 6.62	4	0.995		— 0.014	4
.56	.08	Romberg	19.65	— 2.16	1	1.066		+ 0.051	1
.59	.08	Secchi	23.18	+ 1.27	2	0.827		— 0.184	2
64.44	.08	Dembowski	24.11	— 0.56	10		0″.740	— 0.294	7
.46	.08	Engelmann	28.28	+ 3.45	2	1.090		+ 0.056	2
.60	.08	O. Struve	23.80	— 1.38	1	1.040		+ 0.003	1
65.44	.07	Dawes	27.45	— 0.34	3	1.072		+ 0.022	3
.45	.07	Dembowski	27.32	— 0.50	9	1.027		— 0.024	7
.50	.07	Secchi	26.19	— 1.79	2	0.792		— 0.258	2
.51	.07	Talmage	30.06	+ 2.05	2	1.594		+ 0.543	1
.62	.07	Engelmann	31.33	+ 2.99	3	1.220	1.130	+ 0.170	3
.73	.07	O. Struve	28.90	+ 0.22	2	1.065		+ 0 012	2
66.43	.07	Talmage	32.31	+ 1.50	2	1.429		+ 0.370	3
.44	.07	Dembowski	29.99	— 0.85	9	1.043		— 0.014	7
.54	.07	Secchi	33.06	+ 1.91	3	1.122		+ 0.065	3
.66	.07	O. Struve	29.94	— 1.58	4	1.038		— 0.018	4
67.34	.06	Knott	35.95	+ 2.36	3	1.063		+ 0.009	3
.47	.06	O. Struve	21.54	— 12.44	2	1.140		+ 0.087	2
.50	.06	Dembowski	33.14	— 0.94	7	1.041		— 0.011	7
.52	.06	Talmage	31.44	— 2.70	1				
.62	.06	Winnecke	30.77	— 3.68	1	0.960		— 0.091	1
.69	.06	Dunér	29.14	— 5.52	1	1.120		+ 0.070	1
68.39	·06	Dembowski	35.98	— 0.86	7	1.054		+ 0.014	5
.55	.06	O. Struve	31.14	— 6.21	6	0.948		— 0.089	6
.61	.06	Zöllner	35.95	— 1.59	2				
.65	.06	Dunér	36.93	— 0.74	4	1.147		+ 0.112	4
69.52	.05	O. Struve	30.55	— 9.93	1	0.890		— 0.125	1
.53	.05	Dunér	40.03	— 0.48	9	1.028		— 0.013	9
.62	.05	Talmage	44.63	+ 3.82	1				
70.38	.05	Dembowski	43.54	+ 0.15	8	1.042		+ 0.053	6
.44	.05	Gledhill	43.95	+ 0.35	1	1.100		+ 0.113	1
.46	.05	Talmage	44.10	+ 0.43	1	1.293		+ 0.307	1
.47	.05	Knott	46.80	+ 3.10	1	1.134		+ 0.149	1
.51	.05	Dunér	43.69	— 0.15	7	0.976		— 0.008	7
.52	.05	O. Struve	33.75	— 10.13	1	0.920		— 0.064	1
71.41	.04	Talmage	47.66	+ 0.54	1				
.45	.04	Dembowski	47.69	+ 0.42	8	1.086		+ 0.137	5
.53	.04	Dunér	47.29	— 0.28	9	0.878		— 0.067	9

t	Praec.	Beobachter	p_0	Δp_0	n	ρ_0	ρ_1	$\Delta\rho$	n
1871.54	0°.04	Knott	45°.61	− 2°.00	5	1″.002		+0″.057	5
.56	.04	Gledhill	46.36	− 1.33	4	0.950		+ 0.006	2
.56	.04	Seabroke	47.56	− 0.13	2	1.420		+ 0.476	2
.58	.04	O. Struve	40.46	− 7.30	1	0.840		− 0.103	1
72.29	.04	Talmage	47.76	− 2.82	1	1.288		+ 0.376	1
.43	.04	Dembowski	51.23	+ 0.08	9	1.029		+ 0.123	7
.48	.04	Ferrari	51.68	+ 0.32	7	0.924		+ 0.024	7
.49	.04	Seabroke	50.96	− 0.44	1	1.010		+ 0.110	1
.58	.04	Dunér	51.17	− 0.60	7	0.843		− 0.055	7
.59	.04	O. Struve	43.52	− 8.30	5	0.814		− 0.083	5
73.34	.03	Brünnow	64.17	+ 9.03	1		0″.900	+ 0.040	1
.40	.03	Seabroke	57.04	+ 1.63	3	1.110		+ 0.252	3
.44	.03	Dembowski	56.11	+ 0.52	8	1.004		+ 0.148	5
.48	.03	Talmage	55.95	+ 0.18	1				
.52	.03	Gledhill	54.09	− 1.87	5	1.000		+ 0.148	3
.52	.03	Romberg	53.87	− 2.09	1				
.53	.03	Möller	58.87	+ 2.87	3				
.53	.03	Schwarz	57.37	+ 1.37	1				
.53	.03	Wagner	50.27	− 5.73	1				
.53	.03	Lindemann	57.97	+ 1.97	1				
.54	.03	Bruns	63.07	+ 7.02	1				
.54	.03	O. Struve	45.77	− 10.28	4	0.742		− 0.109	4
.72	.03	Dunér	55.02	− 1.90	2	1.080		+ 0.239	2
74.39	.03	Gledhill	58.57	− 1.73	3	0.990		+ 0.187	3
.42	.03	Dembowski	59.52	− 0.93	8	0.977		+ 0.174	6
.44	.03	Talmage	61.18	+ 0.63	2	0.621		− 0.181	1
.46	.03	Seabroke	58.27	− 2.39	2	0.930		+ 0.130	1
.61	.03	O. Struve	52.99	− 8.48	4	0.758		− 0.035	4
75.38	.02	Talmage	60.28	− 5.22	1				
.41	.02	Dembowski	66.67	+ 0.59	8	0.860		+ 0.112	7
.42	.02	Schiaparelli	66.09	− 0.05	4	0.906	0.950	+ 0.159	4
.55	.02	Dunér	68.73	+ 1.80	11	0.699		− 0.040	11
76.33	.02	Gledhill	74.33	+ 2.20	4	0.750		+ 0.055	2
.38	.02	Doberck	70.25	− 2.23	8	0.840		+ 0.148	2
.44	.02	Hall	70.50	− 2.40	4	0.770		− 0.006	4
.45	.02	Talmage	70.26	− 2.71	1	0.833		+ 0.145	1
.46	.02	Dembowski	74.75	+ 1.71	9	0.836		+ 0.148	8
.52	.02	Schiaparelli	72.33	− 1.12	5	0.790	0.920	+ 0.106	5
77.30	.01	Doberck	82.01	+ 2.44	4	0.650		+ 0.009	2
.36	.01	Seabroke	70.27	− 9.79	6	0.940		+ 0.302	1
.42	.01	Schiaparelli	79.60	− 0.95	5	0.751	0.700	+ 0.115	4
.48	.01	Dembowski	81.16	+ 0.12	9	0.784		+ 0.151	9

t	Praec. —	Beobachter	p_0	Δp_0	n	ϱ_0	ϱ_0	$\Delta\varrho$	n
1878.41	0°.01	Burnham	90°.79	+ 1°.16	1	0″.620		+ 0″.033	1
.45	.01	Doberck	93.28	+ 3.26	3	0.610		+ 0.025	3
.48	.01	Seabroke	92.02	+ 1.72	3	0.903		+ 0.319	3
.50	.01	Dembowski	90.98	+ 0.48	8	0.604		+ 0.020	7
.53	.01	Schiaparelli	88.34	— 2.45	9	0.752	0″.730	+ 0.170	8
79.52	.00	Schiaparelli	102.44	+ 0.92	7	0.623	0.640	+ 0.080	3
.55	.00	Hall	98.70	— 3.16	4	0.485		— 0.057	4
.63	.00	Seabroke	110.48	+ 7.69	5	0.620		+ 0.080	4
80.50	.00	Doberck	116.71	+ 3.29	3	0.515		— 0.003	2
.53	.00	Schiaparelli	115.39	+ 1.60	6	0.503	0.670	+ 0.015	2
.59	.00	Jedrzejewicz	114.02	— 0.54	5				
.62	.00	Burnham	114.30	— 0.65	5	0.460		— 0.056	5
81.26	+ .01	Doberck	121.29	— 1.95	2				
.32	.01	Burnham	124.31	+ 0.28	5	0.510		0.000	5
.50	.01	Schiaparelli	126.91	+ 0.53	4		0.610	+ 0.101	4
.67	.01	Seabroke	124.87	— 3.75	5				
82.30	.01	Doberck	134.83	— 1.98	3	0.560		+ 0.045	2
.49	.01	Seabroke	138.13	— 1.12	4		0.700	+ 0.184	1
.50	.01	Schiaparelli	135.38	— 3.99	8	0.594	0.550	+ 0.078	6
.61	.01	Engelmann	153.18	+ 12.42	6	0.552		+ 0.034	4
83.46	.02	Küstner	151.40	+ 0.28	5	0.620		+ 0.093	4
.48	.02	Schiaparelli	147.24	— 4.11	10	0.689	0.520	+ 0.151	7
.51	.02	Engelmann	153.18	+ 1.48	7	0.510		— 0.029	7
.54	.02	Seabroke	152.19	+ 0.14	3				
.56	.02	Perrotin	156.02	+ 3.74	7	0.610		+ 0.069	6
.65	.02	Jedrzejewicz	150.57	— 2.74	6		0.500	— 0.045	
84.52	.02	Schiaparelli	162.00	— 0.81	8		0.540	— 0.032	7
.52	.02	Perrotin	163.17	+ 0.36	6	0.642		+ 0.070	5
.64	.02	Engelmann	165.66	+ 1.63	5	0.560		— 0.017	5
85.44	.03	Holetschek	177.03	+ 5.25	1				
.44	.03	Hepperger	174.03	+ 2.25	2		0.800	+ 0.193	1
.51	.03	Schiaparelli	171.60	— 0.83	10	0.749	0.570	+ 0.141	1
.58	.03	Engelmann	170.04	— 3.02	7	0.550		— 0.061	7
86.49	.03	Perrotin	180.88	+ 0.05	4	0.720		+ 0.079	3
.51	.03	Tarrant	178.59	— 2.51	3	0.630		— 0.011	3
.52	.03	Schiaparelli	178.85	— 2.33	11	0.656		+ 0.014	(11)
.64	.03	Engelmann	179.55	— 2.60	8	0.544		— 0.102	8
87.43	.04	Hough	186.68	— 1.69	1	0.820		+ 0.153	1
.51	.04	Schiaparelli	185.61	— 3.37	15	0.603		— 0.065	(15)
.63	.04	Tarrant	186.02	— 3.88	3	0.720		+ 0.050	3

Liegen gemessene und geschätzte Distanzen für dasselbe Jahresmittel vor, so bezieht sich die Abweichung in Columne $\Delta\varrho$ stets auf die ersteren.

II.

Geschichte und Kritik der erschienenen Bahnbestimmungen.

Die ersten Bearbeitungen des Doppelsterns η coronae borealis sind folgende: J. Herschel 1833; Mädler 1838, 1842, 1847; Villarceau 1849, 1852. Alle diese sind bereits von Winnecke in seiner Dissertation: »De stella η coronae borealis duplici« im Jahre 1856 einer eingehenden Kritik unterworfen worden; ich übergehe infolge dessen dieselben, auf genannte Arbeit verweisend, und wende mich sogleich zu den von Winnecke gefundenen Elementen. Die Buchstaben haben hier wie auch in Zukunft folgende Bedeutung:

T = Epoche = Zeit des Durchgangs des Begleiters durch das Periastrum.
U = Umlaufszeit in Jahren.
μ = mittlere jährliche Bewegung in Graden.
e = Excentricität.
φ = Excentricitätswinkel ($e = \sin\varphi$).
Ω = Länge des Knotens, ebenso wie die Positionswinkel vom Nordpunkt des durch den Hauptstern gelegten Stundenkreises über Ost-Süd-West gezählt.
$\lambda = \pi - \Omega$ = Winkel zwischen Periastrum und Knoten in der wahren Bahn.
i = Neigung der Bahnebene gegen die Ebene der scheinbaren Bahn.
a = halbe grosse Axe.

Winneckes Elemente sind: (Dissertation pag. 55)

$$\text{I.}\quad \begin{aligned} T &= 1850.329 \\ U &= 43.115 \\ e &= 0.2865 \ (\varphi = 16^{0}.39') \\ \Omega &= 22^{0}18' \ (\text{Aequinoctium } 1850) \\ \lambda &= 215^{0}29' \\ i &= 60^{0}40' \\ a &= 0''.9567. \end{aligned}$$

Benutzt sind alle Beobachtungen bis zum Jahre 1856. Schon im Jahre 1868 spricht Winnecke die Vermutung aus gelegentlich der Veröffentlichung seiner Doppelsternmessungen im 73. Bande der Astronomischen Nachrichten, dass die Umlaufszeit zu gross sei; die doppelte sei nahe gleich aber kleiner als 85.93. Wilson vergleicht die Beobachtungen bis 1875.30 mit der Umlaufszeit Winneckes und kommt zu demselben Resultat; er findet durch eine Interpolationscurve $U = 41.2$ Jahre (Monthly Notices, Vol. 35, pag. 363, 1875). Eine Vergleichung mit den neuesten Beobachtungen bestätigt die Vermutung Winneckes. Ich gebe dieselbe von 5 zu 5 Jahren:

	Δp_0	$\Delta \varrho_0$
1857.52	+ 0°.86	− 0″.068
62.61	+ 2.66	+ 0.220
67.49	+ 3.34	− 0.173
72.51	+ 7.93	− 0.168
77.43	+ 14.35	− 0.008
82.50	+ 16.91	+ 0.046
87.54	+ 9.00	+ 0.055.

Ich habe diese Elemente später einer Ausgleichung unterworfen, worauf ich noch zuzückkomme.

Im Jahre 1871 sind von E. A. Wijkander in Lund folgende angenäherte Elemente berechnet worden:

$$
\text{II.}\quad
\begin{aligned}
T &= 1850.261 \\
U &= 41.576 \quad (\mu = +8^0.6588) \\
e &= 0.2625 \quad (\varphi = 15^0.13') \\
\Omega &= 26^0 42' \; (1850) \\
\lambda(w) &= 211^0 26' \\
i &= 57^0 59' \\
a &= 0''.827
\end{aligned}
$$

(Astron. Nachr. No. 1868, Bd. 78).

Die hier und auch bei den folgenden in Klammern beigefügten Buchstaben sind die von dem betreffenden Rechner gewählten.

Die Darstellung derselben zeigt, dass sie völlig hinreichend sind zur Bildung von Normalorten; ich habe sie infolgedessen später einer Ausgleichung unterworfen.

In Gledhills Handbook of double stars, London 1879, pag. 311 finden sich Elemente angegeben von M. Flammarion. Diese geben eine durchaus entstellte Bahn in beiden Coordinaten; zum Beispiel betragen im Jahre 1853 die mittleren Abweichungen ungefähr $-40^0 0$; nur die Abweichungen der beiden Beobachtungen von W. Herrschel haben positive Vorzeichen, alle anderen bis 1887 hin negatives. Die Elemente sind:

$$
\begin{aligned}
T &= 1849.9 \qquad (1853.95) \\
U &= (P) = 40.17 \quad (40.17) \\
e &= 0.287 \\
\Omega &= 22^0.2 \\
\lambda(\pi) &= 224^0.1 \quad (287^0.0) \\
i &= 60^0.4 \\
a &= 0''.985 \quad (0''.865).
\end{aligned}
$$

Die in Klammern beigesetzten 4 Elemente von Flammarion sind angegeben in den Monthly Notices No. 34, 1874, pag. 426. Dieselben beziehen sich auf die scheinbare Bahn. Da mir Originalangaben fehlten, so musste ich von einer weiteren Betrachtung dieser Elemente abstehen. Ich füge nur noch hinzu, dass, wenn man in den Gledhillschen Angaben unter π die Länge des Periastrums versteht, auch dieses eine entstellte Bahn giebt. Hieran anknüpfend bemerke ich bezüglich der Bezeichnungsweise der Elemente durch Buchstaben bei Gledhill, dass bei den Elementen von η coronae borealis nicht weniger als 5 verschiedene Arten gewählt sind, so dass man geradezu bei Ermangelung der Originalangaben auf willkürliches Raten angewiesen ist.

Die nächste Berechnung der Elemente stammt von Doberck. (Astron. Nachr. Bel. 98, pag. 158). Er findet:

$$
\begin{aligned}
T &= 1850.792 \\
U &= (P) = 41.565 \\
e &= 0.2667 \\
\Omega &= 25^0 43'
\end{aligned}
$$

$\lambda = 218^0 36'$
$i = (\gamma) = 59^0 41'$
$a = 0''.892.$

Zunächst fehlt Angabe des Aequinoctiums, auf welches sich die Knotenlänge bezieht; sodann ist bei der gegebenen Darstellung die Praecession nicht berücksichtigt worden. Da bei den Untersuchungen über systematische Fehler die Vergleichung der bei vielen Doppelsternen auftretenden Abweichungen derselben Beobachter eine wesentliche Rolle spielt, und da von Doberck eine grosse Anzahl von Bahnen bestimmt sind, so habe ich die vorliegende einer näheren Prüfung unterworfen und dabei folgendes gefunden:

Die Darstellung der Doberck'schen Elemente weicht von der von Doberck selbst gegebenen Darstellung um periodisch sich ändernde Grössen ab; diese sind Null für die Scheitelpunkte der wahren Bahn und erreichen ihr Maximum von fast $\pm 2^0 0$ in den um 90^0 entfernten Punkten. Diese Differenzen verschwinden, wenn man statt $e = 0.2667$ $e = 0.2767$ setzt.

Die Bildung der Jahresmittel ist nicht mit genügender Genauigkeit vorgenommen. Z. B. zieht W. Struve seine Beobachtungen von 1834 und 1835 zu einem Mittel (1835.41) zusammen. Dieses giebt Doberck an, ausserdem aber auch noch als selbstständiges Jahresmittel 1834.84. Die Beobachtungen 1840.52 von W. Struve und 1869.62 von O. Struve habe ich nirgend auffinden können.

Infolge dieser Ungenauigkeiten sind die Elemente von Doberck nicht weiter in Betracht gezogen worden.

III.

Berechnung der ersten Elemente.

Für einen Doppelstern, der bereits 11 Bestimmungen seiner Elemente erfahren hat, und der seit seiner Entdeckung fast 3 Umläufe gemacht hat, macht eine zwölfte neue Berechnung der Elemente keine Schwierigkeiten. Graphische Hilfsmittel werden entbehrlich, und Verwechslungen der Haupt- und Neben-Componente, wie sie gerade bei η coronae borealis vorgekommen sind, sind nicht mehr möglich.

Ich habe zur ersten Berechnung die dritte Methode von Klinkerfues angewandt; dieselbe ist enthalten in den Astronomischen Nachrichten No. 1127, Band 47 und in seiner theoretischen Astronomie, Vorlesung 112. Sie schien mir insofern vor anderen Methoden den Vorzug zu verdienen, als sie erstens bei zweckmässiger Verteilung der ersten Normalorte eine vorläufige Bestimmung der systematischen Fehler überflüssig macht, da nur die Differenzen der Positionswinkel auftreten; als sie zweitens die Distanzen, die gerade bei η coronae borealis sehr klein und daher unzuverlässig sind, nicht zur ersten Rechnung heran zieht; als sie drittens, da eine genäherte Kenntniss der Elemente bereits vorhanden, schon mit wenigen Hypothesen zum Ziele kommen lässt.

Der Grundgedanke der Methode ist folgender: Je 2 Dreiecksflächen der wahren Bahn stehen in demselben Verhältniss wie die entsprechenden der scheinbaren Bahn. Aus den

Gleichungen hierfür lassen sich die Radienvectoren und Distanzen vollständig eliminiren, so dass sie schliesslich folgende Gestalt besitzen:

$$\frac{\sin(p_2-p_1)\sin(p_3-p_4)}{\sin(p_3-p_1)\sin(p_2-p_4)} = \frac{\sin(v_2-v_1)\sin(v_3-v_4)}{\sin(v_3-v_1)\sin(v_2-v_4)} = \alpha_0 .$$

Drei solcher Gleichungen sind erforderlich. Links stehen Differenzen der beobachteten Positionswinkel und rechts solche der wahren Anomalien, die bestimmt sind durch die Elemente T, U und e. Für diese gewinnt man angenäherte Werte teils aus den Beobachtungen selbst (T, U), teils durch Anwendung eines graphischen Verfahrens (e). Durch successive Aenderungen dieser Elemente und durch die schliessliche Anwendung der regula falsi kommt man auf Quotienten α (β, γ), die denen der linken Seiten der Gleichungen fast gleich sind. Eine vollständige Uebereinstimmung ist für die erste Bahnbestimmung nicht erforderlich, auch wegen der Beobachtungsfehler kaum möglich. Hat man auf diese Weise T, U und e bestimmt, so rechnet man λ, Ω und i nach den Gleichungen:

$$\operatorname{tang} 2\Omega = \frac{\frac{\sin(p_2+p_1)}{\sin(p_2-p_1)}\sin^2(v_2-v_1) - \frac{\sin(p_3+p_1)}{\sin(p_3-p_1)}\sin^2(v_3-v_1) + \frac{\sin(p_3+p_2)}{\sin(p_3-p_2)}\sin^2(v_3-v_2)}{\frac{\cos(p_2+p_1)}{\cos(p_2-p_1)}\sin^2(v_2-v_1) - \frac{\cos(p_3+p_1)}{\cos(p_3-p_1)}\sin^2(v_3-v_1) + \frac{\cos(p_3+p_2)}{\cos(p_3-p_2)}\sin^2(v_3-v_2)}$$

$$\sin(p_2-p_1)\sin\{v_2+v_1+2\lambda\} = \sin(p_2+p_1-2\Omega)\sin(v_2-v_1)$$

$$\operatorname{tang}(p_1-\Omega) = \cos i \operatorname{tang}(p_1+\lambda).$$

Auf die Methode der Berechnung der halben grossen Axe, die ich vorläufig ganz ausser Acht gelassen habe, komme ich später zurück, wenn ich die übrigen 6 Elemente ausgeglichen habe.

Die Rechnung stellt sich nun wie folgt: Unter Zugrundelegung der Positionswinkel

1855.535	p_1	$=$ 326°.77
59.520	p_2	5°.145
65.480	p_3	28.53
70.470	p_4	44.53
76.430	p_5	72.07
85.530	p_6	151.77,

die einfach das arithmetische Mittel ohne Berücksichtigung von Gewichten der betreffenden Jahresbeobachtungen sind, erhält man:

$$\frac{\sin(p_2-p_1)\sin(p_3-p_6)}{\sin(p_3-p_1)\sin(p_2-p_6)} = \alpha = 1.0714;$$

$$\frac{\sin(p_2-p_1)\sin(p_4-p_6)}{\sin(p_4-p_1)\sin(p_2-p_6)} = \beta = 1.1030;$$

$$\frac{\sin(p_2-p_1)\sin(p_5-p_6)}{\sin(p_5-p_1)\sin(p_2-p_6)} = \gamma = 1.1511.$$

Aus den genäherten Elementen, die ich aus einer Vergleichung der von anderen Astronomen berechneten erhalten habe,

$$T = 1850.8$$
$$U = 41.6$$
$$e = 0.28$$

folgen die in Columne I der folgenden Tabelle angeführten Quotienten. Nimmt man für $T = 1850.8$ die mittlere Anomalie $M = +1^0 0$ an, und lässt U und e ungeändert, so folgt Columne II, und ebenso III, wenn man die mittlere Bewegung μ um 0.01 vergrössert; und IV, wenn man $e = 0.29$ setzt.

	I	II	III	IV
α	1.0530	1.0445	1.0946	1.0077
β	1.0773	1.0647	1.1427	1.0111
γ	1.1117	1.0976	1.1960	1.0167.

Die Uebereinstimmung dieser mit den oben aus den Positionswinkel gefundenen ist also schon eine sehr gute. Bildet man nun

$$\frac{d\alpha}{dM},\ \frac{d\beta}{dM},\ \frac{d\gamma}{dM};\ \frac{d\alpha}{d\mu},\ \frac{d\beta}{d\mu},\ \frac{d\gamma}{d\mu};\ \frac{d\alpha}{de},\ \frac{d\beta}{de},\ \frac{d\gamma}{de}$$

und setzt für $\varDelta M$, $\varDelta\mu$ und $\varDelta e$ die oben eingeführten Aenderungen als Einheiten, so folgt nach

$$\alpha_0 = \alpha + \frac{d\alpha}{dM}\varDelta M + \frac{d\alpha}{d\mu}\varDelta\mu + \frac{d\alpha}{de}\varDelta e,$$

$$\beta_0 = \beta + \frac{d\beta}{dM}\varDelta M + \frac{d\beta}{d\mu}\varDelta\mu + \frac{d\beta}{de}\varDelta e,$$

$$\gamma_0 = \gamma + \frac{d\gamma}{dM}\varDelta M + \frac{d\gamma}{d\mu}\varDelta\mu + \frac{d\gamma}{de}\varDelta e,$$

$$\varDelta M = 0.0$$
$$\varDelta\mu = -0.022188,$$
$$\varDelta e = -0.00643$$

und folglich

$$T = 1850.8$$
$$U = 41.705$$
$$e = 0.2736.$$

Aus diesen Elementen ergiebt sich

$$\alpha = 1.0735,\quad \beta = 1.1074,\quad \gamma = 1.1640$$

also eine sehr nahe Uebereinstimmung mit den aus den beobachteten Positionswinkel berechneten Werten derselben Grössen.

Nach den bereits mitgeteilten Formeln ergeben sich

$$\Omega = 25^0.098$$
$$\lambda = \pi - \Omega = 219^0.59$$
$$i = 59^0.45.$$

Die Darstellung der zu Grunde gelegten Daten ist folgende:

1855.535	$\Delta p_0 =$	$+ 0^0.622$
59.52		$- 1^0.311$
65.48		$+ 0^0.785$
70.47		$- 0^0.035$
76.43		$- 0^0.033$
83.53		$- 0^0.029$.

Da die Differenz im zweiten Orte etwas sehr gross ist, so habe ich auf Grund der gewonnenen Elemente besonders mit Heranziehung älterer Beobachtungen neue Hypothesen für *T*, *M* und *e* gerechnet, ein besseres Resultat jedoch nicht erhalten.

Die Vergleichung der mit diesen Elementen gerechneten Ephemeride mit den übrigen Beobachtungen ergab eine für die erste Bahnbestimmung sehr befriedigende Uebereinstimmung. Dieselbe ist enthalten in Tabelle I, Columne 4 des folgenden Capitels.

Zum Schluss stelle ich die Elemente noch einmal zusammen:

$$\text{III.}\quad \begin{aligned} T &= 1850.8 \\ U &= 41.705 \\ e &= 0.2736, \quad \varphi = 15^0.879 \\ \Omega &= 25^0.098 \\ \lambda &= 219^0.59 \\ i &= 59^0.45. \end{aligned}$$

IV.

Ausgleichung der Elemente.

Behufs Vornahme der Ausgleichungen der gewonnenen Elementensysteme wurden die beobachteten Positionswinkel in folgender Weise behandelt: Die Beobachtungen sind den Originalabhandlungen entnommen; solche, deren Original mir nicht zugänglich war, sind zur Mittelbildung nicht herangezogen. Alle Jahresmittel habe ich neu gebildet, und zwar sind nur die Beobachtungen eines Jahres zu einem Mittel vereinigt, niemals die mehrerer Jahre. Dadurch sind oft kleinere Abweichungen von den Angaben der Beobachter selbst entstanden. Soweit von den letzteren Gewichte für die einzelnen Abende angegeben worden sind, sind dieselben berücksichtigt. An die so entstandenen Jahresmittel sind, nachdem sie wegen Praecession auf 1880 mit Hülfe der von Winnecke in seiner Dissertation angegebenen Tafel reduciert worden, provisorische Correctionen der systematischen Fehler angebracht, um dieselben schon jetzt so weit wie möglich unschädlich zu machen. Ich habe diese anderen Untersuchungen über systematische Fehler entnommen, besonders der Einleitung der »Observations de Poulkova von Otto Struve, Vol. IX.« Diese Correctionen sind:

W. Struve (Σ): $+0^0 93$

O. Struve ($O\Sigma$): Die von ihm selbst berechneten, die er in dem »Supplément au Vol. IX des Observations de Poulkova« veröffentlicht hat.

Dawes (Da) bis 1839: 0°.00.
von 1839 an: + 1°.10.
Dembowski (Δ) 1852—58: + 2°.00.
von 1862 an: 0°.00.
Schiaparelli (Sp) — 0°.29.
Engelmann (E) 1864—65: — 1°.72.
Dunér (Du) 0°.00.
Secchi (Se) — 0°.40.

Nach Massgabe der folgenden Gewichtsbestimmung sind dann die einzelnen Beobachtungsmittel zu einem Jahresmittel vereinigt. Ein Jahresmittel der oben genannten Beobachter erhielt das Gewicht 5, 4 oder 2, je nachdem es aus mehr als 5, 3—5 oder 1—2 Abendmittel gebildet wurde; alle anderen Beobachter erhielten die entsprechenden Gewichte 3, 2 oder 1. Ich bin hier im Allgemeinen der von H. Seeliger vorgeschlagenen Methode gefolgt; nur habe ich noch die Gewichte 5 und 3 eingeführt, um den Jahresmittel, die aus einer grossen Anzahl von Abendmittel zusammengesetzt sind, einen stärkeren Einfluss auf die Gestaltung des Normalortes zukommen zu lassen, besonders weil bei diesen die zufälligen Fehler bedeutend mehr eliminiert sind.

Alle diejenigen Daten sind bei der Bildung der Jahresmittel ausgeschlossen worden, die von den Beobachtern selbst als unsicher bezeichnet sind. Es sind dieses vor allen Dingen die Beobachtungen von Fletcher, der ihnen selbst das Gewicht 0 giebt; von Jacob, dessen Beobachtungen von 1853—55 mir im Original nicht vorlagen, während er denen von 1856 und 1857 selbst nur ein geringes Gewicht beilegt; ferner die Beobachtung von Dunér 1867 und von Brünnow 1873, die nur aus einem Abendmittel bestehen und sehr unsicher zu sein scheinen. Ein Gleiches gilt von den Beobachtungen von Kaiser 1841 und 1842 und denen von Engelmann 1882. Die letztere besteht aus 6 Abendmitteln, die jedoch bedeutend von einander abweichen; so lautet das erste 1882.36: $p_o = 140^{\circ}.5$, das zweite hingegen 1882.43: $p_o = 165^{\circ}.1$. Diese geringe Uebereinstimmung mag darin ihren Grund haben, dass 1882 im Mittel mit schwächerer Vergrösserung gemessen wurde wie später; und auch darin, dass einzelne Teile des Instruments nicht im erforderlichen Zustande waren, denn Engelmann berichtet uns (Astron. Nachr. 111 pag. 193), dass im Frühling 1883 das Fadensystem und das Uhrwerk einer Verbesserung unterworfen wurden. Die Beobachtungen Mädlers sind bekanntlich mit grosser Vorsicht aufzunehmen; ich habe sie von der Rechnung ausgeschlossen und keine Auswahl getroffen zwischen denen, die zufällig gut passen und sich der Darstellung anschmiegen, und denen, die grosse Abweichungen zeigen.

So entstand folgende Zusammenstellung: g bedeutet das Gewicht und Columne I enthält die Darstellung des Elementensystems III; die übrigen Columnen finden später ihre Erklärung.

Tabelle I.

t	g	p_0	I	II	III	IV	V	VI
1823.27	1	25°.67	−1°.36	−0°.25	−0°.59	−0°.68	+0°.25	−0°.25
26.77	4	35.95	− 1.42	− 0.59	+ 0.38	− 1.03	− 0.04	− 0.70
29.55	2	43.93	− 2.52	− 1.90	− 0.22	− 2.29	− 0.98	− 2.05
30.30	2	44.22	− 5.05	− 4.46	− 2.56	− 4.84	− 3.40	− 4.60
31.47	10	51.29	− 2.74	− 2.28	− 0.10	− 2.69	− 0.86	− 2.41
32.64	9	57.01	− 2.55	− 2.15	+ 0.26	− 2.38	− 0.34	− 2.29
33.38	7	62.70	− 0.85	− 0.52	+ 2.05	− 0.64	+ 1.63	− 0.61
34.76	3	69.17	− 3.16	− 2.88	− 0.19	− 2.81	− 0.41	− 2.90
35.55	5	76.16	− 2.18	− 1.89	+ 0.80	− 1.65	+ 1.45	− 1.84
36.51	10	88.58	+ 1.74	+ 2.06	+ 4.65	+ 2.57	+ 6.02	+ 2.24
37.51	5	96.58	− 0.65	− 0.19	+ 2.00	+ 0.58	+ 4.27	+ 0.09
38.45	11	108.08	− 0.31	+ 0.33	+ 1.95	+ 1.38	+ 5.00	+ 0.72
39.76	11	125.35	− 0.11	+ 0.83	+ 1.50	+ 2.15	+ 5.22	+ 1.31
40.55	7	134.80	− 1.12	− 0.01	+ 0.14	+ 1.32	+ 3.72	+ 0.57
41.58	10	148.51	− 0.36	+ 0.87	+ 0.61	+ 2.19	+ 3.42	+ 1.38
42.56	5	158.91	− 1.05	+ 0.22	− 0.19	+ 1.80	+ 1.54	+ 0.48
43.50	1	169.22	− 0.12	+ 1.08	+ 0.75	+ 1.81	+ 1.36	+ 1.19
44.39	1	173.84	− 3.37	− 2.26	− 2.37	− 1.79	− 2.74	− 2.29
45.51	8	182.61	− 3.42	− 2.51	− 2.28	− 2.33	− 3.71	− 2.71
46.72	9	196.29	+ 1.57	+ 2.21	+ 2.88	+ 2.21	+ 0.52	+ 1.84
47.60	8	202.88	+ 2.02	+ 2.42	+ 3.41	+ 2.13	+ 0.50	+ 1.93
48.50	8	207.60	+ 0.28	+ 0.38	+ 1.73	− 0.10	− 1.64	− 0.22
49.55	4	220.00	+ 4.37	+ 4.92	+ 5.78	+ 3.32	+ 2.11	+ 3.30
50.55	5	226.42	+ 1.28	+ 0.43	+ 3.84	− 0.57	− 1.25	− 0.47
51.50	10	239.90	+ 3.05	+ 1.67	+ 3.85	+ 0.27	+ 0.61	+ 0.55
52.60	8	257.37	+ 1.50	− 0.78	+ 1.32	− 1.48	+ 0.17	− 1.74
53.58	9	277.78	− 1.26	− 3.67	− 2.25	− 5.10	+ 0.37	− 4.16
54.56	9	308.90	+ 4.23	+ 2.84	+ 3.46	+ 1.86	+ 7.68	+ 2.92
55.55	12	326.86	+ 0.46	+ 0.34	+ 0.79	− 0.17	+ 4.95	+ 0.76
56.53	14	341.90	+ 0.23	+ 0.85	+ 1.55	+ 0.60	+ 4.52	+ 1.34
57.52	13	351.23	− 1.21	− 0.24	+ 0.76	− 0.51	+ 2.34	+ 0.11
58.53	16	1.25	+ 0.83	+ 1.96	+ 3.43	+ 1.80	+ 3.89	+ 2.31
59.56	13	5.66	− 0.98	+ 0.69	+ 2.06	− 0.04	+ 1.58	+ 0.45
60.35	2	9.44	− 1.12	+ 1.01	+ 2.08	− 0.16	+ 1.12	+ 0.22
61.58	5	15.70	− 0.05	+ 1.02	+ 3.48	+ 0.85	+ 1.79	+ 1.17
62.61	10	18.28	− 1.21	− 0.21	+ 2.70	− 0.41	+ 0.37	− 0.13
63.50	12	21.62	− 0.84	+ 0.11	+ 3.28	− 0.12	+ 0.57	+ 0.15
64.44	6	24.53	− 0.88	+ 0.01	+ 3.47	− 0.23	+ 0.40	0.00
65.45	18	28.18	− 0.26	+ 0.55	+ 4.38	+ 0.31	+ 0.90	+ 0.51
66.53	14	32.15	+ 0.54	+ 1.27	+ 5.51	+ 1.02	+ 1.62	+ 1.19
67.49	10	32.51	− 1.92	− 1.26	+ 3.34	− 1.52	− 0.89	− 1.37
68.53	15	37.43	− 0.11	+ 0.47	+ 5.50	+ 0.22	+ 0.90	+ 0.33

t	*g*	p_0	I	II	III	IV	V	IV
1869.54	18	40°.74	+0°.07	+0°.55	+ 6°.07	+0°.32	−0°.12	+0°.40
70.46	15	43.94	−0.58	+0.65	+ 6.68	+0.45	+1.31	+0.48
71.51	17	47.22	+0.21	+0.51	+ 6.82	−0.01	+1.00	−0.04
72.51	19	51.57	+0.34	+0.51	+ 7.95	+0.42	+1.59	+0.34
73.52	17	55.47	−0.10	−0.06	+ 6.30	−0.06	+1.31	−0.22
74.48	13	60.36	+0.10	+0.03	+ 9.41	+0.15	+1.74	−0.11
75.46	15	66.73	+0.99	+0.79	+11.42	+1.07	+2.16	+0.67
76.45	16	72.77	+0.54	+0.23	+12.40	+0.73	+2.86	+0.17
77.43	11	80.65	+0.86	+0.43	+14.35	+1.23	+3.60	+0.44
78.49	13	90.50	+0.98	+0.47	+16.60	+1.64	+4.22	+0.60
79.53	7	101.16	+0.33	−0.11	+18.16	+1.46	+4.03	+0.13
80.54	11	114.89	+1.62	+1.28	+21.28	+3.33	+5.48	+1.63
81.47	7	125.71	+0.19	+0.03	+20.77	+4.16	+3.80	+0.33
82.50	6	135.60	−3.50	−3.40	+16.91	−1.31	−0.48	−3.03
83.53	18	151.18	−0.57	−0.30	+18.33	+1.58	+1.28	0.00
84.54	10	162.98	+0.16	+0.55	+16.97	+2.09	+1.01	+0.70
85.52	10	171.77	−0.46	−0.05	+14.09	+1.14	−0.53	−0.04
86.54	12	179.20	−1.64	−1.27	+11.44	−0.43	−2.50	−1.44
87.54	7	185.52	−2.92	−2.68	+ 9.00	−2.13	−4.41	−2.99

Geben die Elemente III quantitativ schon eine ziemlich gute Darstellung, und sind auch die Abweichungen besonders seit 1855 nicht viel grösser als die bei den engen Distanzen zu befürchtenden Beobachtungsfehler, so lässt die Verteilung der Vorzeichen noch zu wünschen übrig; die Fehlercurve zeigt noch grosse Regelmässigkeit. Bei 36 negativen und 25 positiven Abweichungen finden nur 17 Zeichenwechsel statt. Ich bemerke jedoch, dass das sonst in der Astronomie so wichtige Kriterium der Anzahl der Zeichenwechsel hier nur beschränkte Bedeutung haben kann, nämlich so lange die systematischen Fehler nicht genau bestimmt sind. Wenn ich die Beobachtungsreihe nach der Verteilung der Vorzeichen in verschiedene Epochen teile, so herrscht in der ersten bis etwa zum Jahre 1845 hin durchaus W. Struve und Smyth vor; bis Ende des fünften Jahrzehnts beeinflusst Dawes die Mittel; die Beobachtungen der sechsiger und siebziger Jahre lassen die Einwirkung von Dembowski und Dunér erkennen, während von 1882 an Engelmann und Schiaparelli ein Vorherrschen des negativen Vorzeichens veranlassen. Es wäre also durchaus unrichtig, wollte man schon jetzt eine grosse Anzahl von Zeichenwechsel verlangen.

Die Abweichungen sind nun mit Berücksichtigung der Gewichte in 18 Normalorte zusammen gezogen worden. Den weiteren Ausgleichungsrechnungen ist die Methode der kleinsten Quadrate mit der Bedingung $\Sigma(\Delta p)^2 =$ Minimum zu Grunde gelegt; die Distanzen sind hierbei wegen ihrer Kleinheit und Unsicherheit nicht berücksichtigt. Die späteren Rechnungen wurden entweder durch zwei von einander unabhängige Rechnungen, oder, soweit es möglich war, in der bekannten Weise durch zahlreiche Summenbildungen geprüft.

Folgende Tabelle enthält die Normalorte nach dem Elementensystem III, nebst den zugehörigen Gewichten: Die beiden ersten Orte sind einfach den Beobachtungen entnommen, während die anderen wegen der raschen jährlichen Bewegung unter Berücksichtigung des

quadratischen Gliedes der Zeit gebildet sind. In der letzten Columne befinden sich die nach der Ausgleichung übrig bleibenden Fehler.

1	1823.27	$-1^{0}.36$	1	$-0^{0}.27$
2	26.77	-1.42	4	-0.72
3	30.30	-2.50	38	-2.11
4	34.30	-3.00	38	-2.62
5	38.30	-1.00	54	$+0.21$
6	42.30	-0.70	32	$+0.98$
7	46.30	$+0.50$	32	$+0.78$
8	50.30	$+3.00$	65	$+1.04$
9	52.30	$+4.00$	65	$+0.20$
10	54.30	$+2.00$	65	-0.60
11	58.30	-0.56	89	$+0.76$
12	62.30	-1.00	89	-0.01
13	66.30	-0.42	103	$+0.08$
14	70.30	$+0.20$	103	$+0.21$
15	74.30	$+1.00$	111	$+0.50$
16	78.30	$+1.20$	111	$+0.36$
17	82.30	$+0.50$	81	$+0.32$
18	86.30	-1.50	81	$-1.80.$

Zur Berechnung der Coefficienten der Bedingungsgleichungen dient folgende Formel:

$$\begin{aligned} dp = \; & d\Omega + R\cos(p-\Omega)\sin(v+\lambda)\sin i\, di \\ & + R^2 \cos i\, d\lambda \\ & + R^2\cdot Q^2 \cos i \cos\varphi\, dM_0 \\ & + R^2 Q^2 \cos i \cos\varphi\, (T-t)\, d\mu \\ & + R^2 Q^2 \cos i \sin E\,(2 - e\cos E - e^2)\, d\varphi \end{aligned}$$

$$R = -\frac{\cos(p-\Omega)}{\cos(v+\lambda)}; \quad Q = \frac{1}{1-e\cos E}.$$

Die Coefficienten der Bedingungsgleichungen sind logarithmisch angesetzt.

0.13354_n $n = d\Omega -$	8.75621 $di +$	9.70750 $d\lambda +$	9.54024 $dM +$	9.74146 $de +$	0.98005_n $d\mu$	(8.9390)
0.15229_n	9.54623	9.75900	9.54528	9.46729	0.92603_n	(8.9657)
0.39794_n	9.80096	9.87642	9.64962	9.62880_n	0.96137_n	(9.0934_n)
0.47712_n	9.92777	0.08432	0.88236	9.93044_n	1.09984_n	(9.5600_n)
0.00000_n	9.39738	0.28574	0.15342	0.41745_n	1.25033_n	(9.6994)
9.84510_n	9.92565_n	0.11820	0.10526	0.40554_n	1.03468_n	(0.0226)
9.69897	9.58005_n	9.76782	9.91492	0.06631_n	0.56813_n	(9.9917)
0.47712	9.68541	9.80580	0.06480	9.31486_n	9.76377_n	(0.2193)
0.60206	9.92795	0.09104	0.33640	0.05799	0.51249	(0.4197)
0.30103	8.93709_n	0.29032	0.47646	0.53944	1.02053	(0.6483)
9.75587_n	9.82805_n	9.90024	9.92480	0.20912	0.79986	(0.4680)
0.00000_n	9.89185_n	9.72266	9.61538	9.90277	0.67608	(0.2166)
9.62325_n	9.23436	9.71882	9.52988	9.65559	0.72021	(0.1327)

9.30103	$n = d\Omega$	$-$ 9.69802 di	$+$ 9.81172 $d\lambda$	$+$ 9.58714 dM	$+$ 9.14838 de	$+$ 0.87717 $d\mu$	(0.0740)
0.00000		9.89655	9.98680	9.76904	9.61566_n	1.14009	(0.1314)
0.07918		9.84052	0.21914	0.05132	0.25109_n	1.49065	(0.3209)
9.69897		9.75994_n	0.24840	0.17834	0.48184_n	1.67665	(0.4936)
0.17609_n		9.82669_n	9.89896	9.97556	0.22074_n	1.52579	(0.3210).

Diese Gleichungen wurden mit den Quadratwurzeln der Gewichte durchmultipliciert und homogen gemacht, indem die Coefficienten derselben Unbekannten durch den grössten auftretenden dividiert wurden. Sind nämlich die Coefficienten der verschiedenen Unbekannten in Bezug auf ihre Grösse sehr ungleich, so werden bei einer logarithmischen Rechnung die kleineren bedeutend genauer gegeben als die grösseren, und um diesem misslichen Umstande abzuhelfen, führt man durch obige Operation neue Unbekannte ein. Im vorliegenden Falle lauten dieselben jetzt:

$$x = 1.02266\ d\Omega$$
$$y = 0.91921\ di$$
$$z = 1.24180\ d\lambda$$
$$t = 1.38292\ dM$$
$$u = 1.44590\ d\varphi$$
$$w = 2.63090\ d\mu$$

log Fehlereinheit: 1.50852.

In der letzten Columne befindet sich der Logarithmus der Summe aller in derselben Horizontalreihe stehenden Coefficienten.

Hieraus ergeben sich folgende Normalgleichungen:

$+$ 10.4689 x	$-$ 1.9218 y	$+$ 6.6837 z	$+$ 4.6299 t	$-$ 1.2036 u	$+$ 2.7520 w	$=$	$+$ 0.9106
$-$ 1.9218	$+$ 5.7147	$-$ 1.3178	$-$ 0.6701	$-$ 0.0836	$+$ 0.2448		$-$ 1.6302
$+$ 6.6837	$-$ 1.3178	$+$ 5.2088	$+$ 3.6511	$-$ 1.3281	$+$ 2.1348		$+$ 1.0091
$+$ 4.6299	$-$ 0.6071	$+$ 3.6511	$+$ 2.9681	$-$ 0.1720	$+$ 1.3836		$+$ 1.3239
$-$ 1.2036	$-$ 0.0836	$-$ 1.3281	$-$ 0.1720	$+$ 4.0658	$-$ 1.2396		$+$ 0.6792
$+$ 2.7520	$+$ 0.2448	$+$ 2.1348	$+$ 1.3836	$-$ 1.2396	$+$ 2.4866		$+$ 0.6020.

Die Auflösung dieser ergiebt:

$$d\Omega = -0^{\circ}.504$$
$$di = -1^{\circ}.682$$
$$d\lambda = -2^{\circ}.556$$
$$dM = +2^{\circ}.208$$
$$de = -0^{\circ}.0025$$
$$d\varphi = -0^{\circ}.1499$$
$$d\mu = +0^{\circ}.0319$$

und somit als neues Elementensystem:

T	1850.475	± 0.086
U	41.551	± 0.0913
e	0.2711	± 0.00406
Ω	24°.594	± 0°.658
λ	217°.034	± 1°.118
i	57°.768	± 0°.506
μ	8°.664	± 0°.0179.

Neben den Elementen sind ihre mittleren Fehler angeführt; dieselben sind schon sehr klein. Die starke Herabminderung der Fehlerquadrate von 3.04420 auf 0.93130 zeigt, dass eine bedeutend bessere Darstellung erreicht werden wird. Dieselbe ist enthalten in Tabelle I, Columne II, pag. 16. Die Vorzeichenverteilung stellt sich wie folgt: 31 positive, 30 negative Vorzeichen bei 26 Wechsel. Dadurch, dass ich die n Glieder änderte, oder dass ich bei der Ausgleichung die beiden Perioden 1823—35 und 1836—43 stärker beeinflusste, indem ich ihnen grösseres Gewicht gab, habe ich versucht, die noch auftretenden Regelmässigkeiten in der Fehlerreihe fortzuschaffen; es ist mir jedoch nicht gelungen; dieselben werden also wohl in dem Auftreten systematischer Fehler ihren Grund haben.

Weiter habe ich, wie bereits erwähnt, die Elemente von Winnecke und Wijkander einer Ausgleichung unterworfen. Diese Rechnungen können teilweise als Controllen der ersten Rechnung dienen; teilweise kann man sie aber auch wegen der sehr nahen Uebereinstimmung der definitiven Elemente unter einander bis zu einem gewissen Grade als eine Bestätigung dessen ansehen, dass die berechnete Bahn sich fast mit der wahren deckt, da nämlich die zu Grunde gelegten Normalorte bei dieser zweiten und dritten Rechnung auf andere Weise gebildet wurden wie bei der ersten. Sie wurden hier einfach dadurch gebildet, dass die Jahresmittel nach Massgabe der abteilenden Striche (Tabelle I) ohne Berücksichtigung von Gewichten vereinigt wurden. Die Annäherung an die wahre Bahn geschah somit von verschiedenen Seiten.

In Tabelle I, Columne III und V befinden sich die Abweichungen, die die ersten Elemente Winnecke und Wijkander übrig lassen. Folgende Tabelle enthält die Normalorte mit den Abweichungen vor und nach der Ausgleichung:

		Winnecke		Wijkander	
1	1826.53	— 0°.16	— 1°.68	— 0.26	— 0.82
2	32.50	+ 0.73	— 2.05	+ 0.11	— 1.55
3	35.61	+ 1.75	— 0.78	+ 2.38	— 0.61
4	38.07	+ 1.40	+ 0.60	+ 4.55	+ 0.38
5	43.00	— 0.30	+ 1.10	+ 0.90	+ 0.21
6	47.08	+ 1.44	+ 0.44	— 1.08	+ 0.27
7	51.05	+ 3.70	+ 0.20	+ 0.41	+ 0.82
8	55.05	+ 0.90	— 0.34	+ 4.38	— 0.44
9	59.00	+ 2.80	+ 1.04	+ 2.26	+ 0.77
10	63.04	+ 3.23	+ 0.10	+ 0.80	+ 0.32
11	67.00	+ 4.68	+ 0.17	+ 0.64	— 0.25
12	71.00	+ 7.00	+ 0.70	+ 1.03	+ 0.24
13	75.00	+ 9.90	+ 0.57	+ 2.02	+ 0.16
14	79.00	+ 17.60	+ 2.27	+ 4.45	+ 0.83
15	83.00	+ 18.25	— 1.13	+ 1.40	— 0.56
16	86.50	+ 11.51	— 1.18	— 1.86	— 0.79

Ich unterlasse die Angabe der Bedingungs- und Normal-Gleichungen und teile gleich die Resultate mit:

	Winnecke	Wijkander
$d\Omega$	$+2^0.243$	$-2^0.281$
di	$-2^0.827$	$-0^0.111$
$d\lambda$	$+1^0.956$	$+6^0.074$
dM	$-1^0.657$	$-2^0.287$
$d\mu$	$+0.2867$	$-0^0.00736$
$d\varphi$	-0.509	$+0^0.5447$
de	-0.00888	$+0.00918.$

Die Elemente mit ihren mittleren Fehlern sind:

Winnecke

	T	1850.5274	± 0.1446
	U	41.684	0.096
	e	0.27764	0.004634
V.	φ	$16^0.1195$	0.266
	Ω	$24^0.542$	0.819
	λ	$217^0.44$	1.459
	i	$57^0.84$	0.690
	μ	$8^0.6364$	0.020.

Wijkander

	T	1850.524	± 0.0866
	U	41.615	0.058
	e	0.27168	0.00260
VI.	φ	15.764	0.155
	Ω	24.419	0.535
	λ	217.474	0.901
	i	57.889	0.419
	μ	8.65064	0.0120.

Wie zu erwarten war, ist die Umlaufszeit bei Winnecke bedeutend verkleinert. Die Fehlerquadrate werden herabgemindert bei

Winnecke von 2.9565 auf 0.05781,
Wijkander von 4.0720 auf 0.33260.

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit beträgt für die drei neu gewonnenen Elementensysteme, die ich in Zukunft mit den Ziffern IV, V und VI bezeichnen werde:

$$\text{IV}: \varepsilon = \pm 0^0.919$$
$$\text{V}: \quad \pm 1^0.388$$
$$\text{VI}: \quad \pm 0^0.830.$$

Die Darstellung der Elemente V und VI ist in Tabelle I, Columne IV und VI gegeben. Sie zeigt dieselben Eigentümlichkeiten, besonders in den Jahren 1823—35 und 1836—43, wie die Elemente IV. Die Vorzeichenverteilung ist folgende:

Elemente V: positive 33, negative 28, Wechsel 26.
Elemente VI: positive 35, negative 24, Null 2, Wechsel 23.

Den folgenden Untersuchungen habe ich das Elementensystem IV zu Grunde gelegt; ich gebe zunächst eine nach demselben gerechnete Ephemeride:

1829.50	45°.78	1842.75	160.49	1855.5	325.53
30.0	47.65	43.0	163.12	55.75	329.73
30.5	49.60	43.5	168.10	56.0	333.60
31.0	51.65	44.0	172.80	56.25	337.13
31.5	53.81	44.5	177.22	56.5	340.38
32.0	56.10	45.0	181.42	56.75	343.37
32.5	58.54	45.5	185.43	57.0	345.11
33.0	61.14	46.0	189.29	57.5	350.98
33.5	63.93	46.5	193.06	58.0	355.19
34.0	66.93	47.0	196.78	58.5	358.87
34.5	70.17	47.5	200.49	59.0	2.11
35.0	73.69	48.0	204.25	59.5	5.01
35.5	77.51	48.5	208.15	60.0	7.63
36.0	81.64	49.0	212.25	60.5	10.03
36.5	86.13	49.5	216.63	61.0	12.27
37.0	91.00	50.0	221.44	61.5	14.34
37.5	96.10	50.25	224.04	62.0	16.29
37.75	99.00	50.5	226.80	62.5	18.14
38.0	101.86	50.75	229.73	63.0	19.91
38.25	104.79	51.0	232.87	63.5	21.61
38.5	107.82	51.25	236.24	64.0	23.26
38.75	110.90	51.5	239.93	64.5	24.86
39.0	114.04	51.75	243.87	65.0	26.43
39.25	117.26	52.0	248.14	65.5	27.98
39.5	120.49	52.25	252.73	66.0	29.51
39.75	123.77	52.5	257.69	66.5	31.03
40.0	127.05	52.75	262.98	67.0	32.56
40.25	130.33	53.0	268.61	67.5	34.08
40.5	133.59	53.25	274.50	68.0	35.63
40.75	136.81	53.5	280.61	68.5	37.19
41.0	140.01	53.75	286.82	69.0	38.78
41.25	143.14	54.0	293.05	69.5	40.41
41.5	146.23	54.25	299.16	70.0	42.08
41.75	149.23	54.5	305.08	70.5	43.81
42.0	152.18	54.75	310.71	71.0	45.59
42.25	155.05	55.0	316.02	75.5	47.45
42.5	157.80	55.25	320.96		

V.

Berechnung der halben grossen Axe.

Die beobachteten Distanzen sind uncorrigiert zur Rechnung herangezogen, die geschätzten sind ausgeschlossen. Die bis jetzt für einzelne Beobachter ermittelten systematischen Correctionen, besonders die nach O. Struve's Correctionsformel folgenden und somit auch seine sogenannten »Corrections absolues« haben, wie sich später zeigen wird, nicht denselben Wert wie diejenigen für die Positionswinkel. Wenn hiernach das Resultat dieser Rechnung nur beschränkten Wert haben kann, so ist es jedoch insofern von Bedeutung, als es einen Anhaltspunkt giebt für die später auszuführende Bestimmung absoluter systematischer Correctionen, und besonders für die Untersuchung der von O. Struve abgeleiteten konstanten Correctionen. Beachtet man indes, dass die Anzahl der vorliegenden Messungen eine sehr grosse ist, dass also dem Grundsatz der Elimination aller Fehler im Mittel sehr nahe genüge geleistet wird, so kann die berechnete halbe grosse Axe der Wahrheit immerhin schon sehr nahe kommen.

Die bei den Positionswinkel eingeführte Gewichtsbestimmung ist beibehalten.

Der Rechnung zu Grunde gelegt wurde folgende Formel:

$$\varrho = a \cos\varphi \cos i \frac{\sin E}{\sin v} \cdot \frac{\sin(v + \pi - \Omega)}{\sin(p - \Omega)},$$

deren veränderliche Unbekannte bereits bei der Ephemeridenrechnung der Positionswinkel gegeben sind. Die von Klinkerfues (theoretische Astronomie pag. 407) gegebene Methode ist etwas umständlicher; hierzu kommt, dass die Formeln

$$\varrho \cos p = r \cos(v + \pi - \Omega)$$
$$\varrho \sin p = r \cos i \operatorname{tang}(v + \pi - \Omega),$$

wie sie Klinkerfues giebt, durch grobe Druckfehler entstellt sind; dieselben müssen lauten:

$$\varrho \cos(p - \Omega) = r \cos(v + \pi - \Omega)$$
$$\varrho \sin(p - \Omega) = r \sin(v + \pi - \Omega) \cos i.$$

Der Wert der halben grossen Axe für ω leonis wird hiernach $a = 1''356$; der von Klinkerfues gegebene passt weder mit den falschen noch mit den richtigen Formeln.

In folgender Tabelle enthält die mit »Coeffc.« überschriebene Columne die in obiger Gleichung rechts stehenden Coefficienten von a

Tabelle II.

t	ϱ_o	g	Coeffc.	$\Delta\varrho_o$
1826.77	1''.075	4	1.1910	+0''.033
29.55	0.960	2	1.1001	— 0.003
30.30	0.817	2	1.0648	— 0.115
31.58	0.917	4	0.9954	+ 0.046
32.69	0.770	4	0.9284	— 0.042

t	ϱ_0	g	Coeffc.	$\Delta\varrho_0$
1834.84	0''.700	2	0.7902	+ 0''.009
35.53	0.736	4	0.7467	+ 0.083
36.50	0.623	6	0.6897	+ 0.019
37.47	0.380	2	0.6410	— 0.181
38.49	0.450	8	0.6035	— 0.079
39.82	0.630	2	0.5826	+ 0.120
40.52	0.418	4	0.5854	— 0.094
41.54	0.473	7	0.6054	— 0.057
42.55	0.583	3	0.6394	+ 0.024
43.50	0.584	1	0.6780	— 0.009
44.39	0.567	1	0.7145	— 0.058
45.51	0.574	8	0.7527	— 0.083
46.62	0.592	7	0.7731	— 0.084
47.62	0.534	6	0.7700	— 0.140
48.48	0.615	7	0.7480	— 0.040
49.58	0.648	6	0.6919	+ 0.042
50.54	0.435	7	0.6221	— 0.109
51.53	0.432	8	0.5392	— 0.040
52.63	0.380	6	0.4580	— 0.021
53.53	0.330	5	0.4240	— 0.041
54.56	0.388	9	0.4413	+ 0.002
55.54	0.433	8	0.5071	— 0.011
56.56	0.485	12	0.6041	— 0.044
57.52	0.596	13	0.7041	— 0.020
58.52	0.664	9	0.8061	— 0.041
59.56	0.678	13	0.9019	— 0.111
60.35	0.866	2	0.9697	+ 0.025
61.58	0.844	5	1.0571	— 0.083
62.61	0.837	9	1.1148	— 0.138
63.50	0.896	12	1.1533	— 0.113
64.48	0.884	8	1.1829	— 0.151
65.51	1.073	16	1.2021	+ 0.022
66.52	1.113	15	1.2089	+ 0.055
67.51	1.068	12	1.2036	+ 0.015
68.52	1.043	14	1.1870	+ 0.005
69.53	0.989	7	1.1604	— 0.024
70.46	1.030	15	1.1274	+ 0.041
71.52	0.992	16	1.0807	+ 0.047
72.51	0.931	19	1.0304	+ 0.030
73.52	0.943	13	0.9726	+ 0.092
74.49	0.872	12	0.9128	+ 0.073
75.46	0.816	14	0.8504	+ 0.072
76.46	0.807	14	0.7858	+ 0.119

t	ϱ_0	g	Coeffc.	$\Delta\varrho_0$
1877.43	0″.774	11	0.7254	+ 0″.140
78.50	0.686	13	0.6654	+ 0.104
79.53	0.583	7	0.6202	+ 0.040
80.55	0.489	5	0.5915	— 0.027
81.32	0.510	2	0.5827	0.000
82.54	0.578	8	0.5924	+ 0.060
83.50	0.619	13	0.6178	+ 0.078
84.58	0.601	6	0.6585	+ 0.024
85.55	0.630	5	0 6988	+ 0.018
86.54	0.634	12	0.7366	— 0.011
87.53	0.660	8	0.7640	— 0.009.

Hieraus folgt nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$a = 0''.8751 \pm 0''.0092$$
$$\varepsilon = \pm 0''.073.$$

Infolge des sehr geringen mittleren Fehlers darf der erlangte Wert schon als ein sehr genauer betrachtet werden.

VI.

Kritik der Beobachtungen.

Nach diesen rechnerischen Vorarbeiten wende ich mich zu der Untersuchung der Hauptfrage »über die Existenz und Grösse der systematischen Fehler der einzelnen Beobachter«.

Die Hilfsmittel, die uns zu der Erkenntnis derselben zur Verfügung stehen, bestehen entweder darin, dass man an künstlichen Doppelsternen die Abweichungen zwischen den direct und den mit dem Fernrohr gemessenen Coordinaten bestimmt und dieselben dann an die Messungen am Himmel anbringt; oder dass man aus den Vergleichungen gleichzeitiger Messungen vieler Beobachter mit einander zunächst relative Werte bestimmt; unter Zugrundelegung des Wahrscheinlichkeitssatzes von der Elimination aller Fehler im Mittel wird man sodann auf angenäherte Werte der absoluten systematischen Fehler schliessen können. Die erste Methode, die naturgemäss nur eine Arbeit des Beobachters selbst sein kann, ist besonders von O. Struve angewandt; aus zahlreichen Messungen an künstlichen Doppelsternen hat er Formeln abgeleitet, die den Wert des systematischen Fehlers für jeden Gesichtswinkel und für jede Neigung des Radius vectors zur Vertikalen ergeben; aus seinen Resultaten hat er sodann auch solche für die bedeutendsten anderen Doppelsternbeobachter abgeleitet. Auf diese Arbeit werde ich im Verlauf der weiteren Untersuchung noch häufiger zurückkommen.

Die zweite Methode ist der vorliegenden Untersuchung zu Grunde gelegt. Aus der Vergleichung der Beobachtungen mit einander und mit den durch die Rechnung gefundenen

4

wahrscheinlichsten Werten der beiden Coordinaten werde ich versuchen, Schlüsse auf die Existenz und Grösse der systematischen Fehler zu ziehen.

Die vorzunehmende Arbeit wäre nun eine verhältnismässig einfache; man hätte nur das Mittel aller auftretenden Abweichungen jedes Beobachters zu nehmen, um die Grösse des systematischen Fehlers desselben zu finden; mehrere sehr missliche Umstände treten jedoch dieser Operation hindernd in den Weg:

1) Die systematischen Fehler eines Beobachters sind nicht für alle Zeiten konstant. In der Messungsreihe desselben wird man in der Regel mehrere getrennte Perioden unterscheiden müssen; wie sich der Uebergang von einer zur anderen vollzieht, ob sprungweise, ob kontinuierlich, ist schwer anzugeben. Zudem weiss man nicht, wie rasch sich die Auffassungsweise ändern kann, und welche Factoren dieselbe bedingen. Wechsel des Instruments, bewusste Aenderung der Beobachtungsmethode, sowie längere Unterbrechungen der Arbeit, besonders durch Krankheit veranlasste, werden selbstverständlich stets eingehende Berücksichtigung verdienen müssen; jedoch sind leider derartige Einflüsse in den seltensten Fällen von den Beobachtern angegeben. Ausserdem ist die Anzahl der Beobachtungen fast überall eine so kleine, dass sie genaue Schlüsse mit einiger Sicherheit zu ziehen nicht gestattet.

Das allgemein übliche Verfahren, Resultate zu gewinnen, besteht darin, dass man die Beobachtungen eines Jahres als frei von einer Aenderung der Auffassungsweise ansieht, die Mittel aller Jahre mit der Rechnung vergleicht, und aus Unregelmässigkeiten in der Fehlercurve, Sprüngen vom Plus zum Minus etc. auf zeitliche Aenderungen schliesst. Erst dann aber wird man in der Lage sein, Epochen der Aenderung der Auffassungsweise mit genügender Sicherheit zu konstatieren und a priori für spätere Untersuchungen anzuwenden, wenn man diese für eine grosse Anzahl von Doppelsternen erwiesen hat. Jedoch stellen sich dieser Arbeit weitere Schwierigkeiten entgegen, da die systematischen Fehler durchaus nicht überall gleiches Verhalten zeigen: sie sind von Factoren abhängig, die bei den verschiedenen Doppelsternen in ganz verschiedener Weise einwirken; von diesen wird weiter unten die Rede sein.

Die einzige mir vorliegende Abhandlung, die die Frage nach der zeitlichen Aenderung der Auffassungsweise an einem Doppelstern näher untersucht, ist die von Thiele über »Castor«. Jedoch sind wie gesagt die Resultate derselben nicht unmittelbar mit den hier erzielten zu vergleichen wegen der Unterschiede der Distanzen und der Grössenclassen beider Sternpaare. Es würde zu weit führen, hier auf die eigenartige Methode, wie Thiele die Sache behandelt, näher einzugehen; indem ich auf sein Werk*) verweise, werde ich auf seine Resultate, soweit sie für die vorliegende Untersuchung von Interesse sind, an geeigneter Stelle zurückkommen.

2) Die systematischen Fehler hängen von Factoren ab, die ausserordentlich schwer in Rechnung zu bringen sind, da es kaum zwei Doppelsterne giebt, bei denen sie in derselben Zeit in gleicher Weise auftreten; sodann ist noch nichts darüber bekannt, wie stark jeder einzelne einwirkt und einwirken kann. Diese Factoren sind insbesondere:

a) Die Richtung des Radius vectors zur Vertikalen,

b) Die Distanz der beiden Componenten, verbunden mit der angewandten Vergrösserung,

*) T. N. Thiele: Castor, Calcul du mouvement relatif et critique des observations de cette étoile double, enthalten in den: Festskrifter det math. nat. Fakultet ved Kjøbenhavns Universitet, Kjøbenhavn 1879.

c) Der Helligkeitsunterschied der beiden Componenten, und vielleicht auch die Helligkeiten selbst,

d) Die Höhe über dem Horizonte, die der Doppelstern während der Messung einnimmt,

e) Verschiedenheit der Bilder und der Farbe,

f) Instrumentelle Einflüsse,

und vielleicht andere mehr, die noch nicht bekannt sind.

Bei einer eingehenden Untersuchung wird man alle diese in Rechnung zu bringen haben; und zu Mitteln wird man nur solche Beobachtungen vereinigen dürfen, die unter ganz gleichen Verhältnissen angestellt sind, also voraussichtlich nur sehr wenige. Es ist sehr fraglich, ob man überhaupt die Beobachtungen eines Abends zusammen ziehen darf; ob nicht die jeweilige Disposition des Beobachters bereits einen Einfluss auf die Auffassungsweise ausübt. Bereits J. Herschel hatte manchmal bemerkt, dass die drei oder vier ersten Einstellungen von den folgenden systematische Abweichungen zeigten (Mem. of the R. A. S. Vol. V, pag. 21).

Es liegt dem Zwecke der vorliegenden Abhandlung zu weit, alle die Methoden anzuführen, die von den Astronomen angewandt worden sind, um den Einfluss der erwähnten Factoren zu eliminieren. So weit sie von Beobachtern von η cor. bor. selbst herrühren, wird ihrer später Erwähnung geschehen; bezüglich der anderen verweise ich auf die betreffenden Werke. Ein kurzer Ueberblick befindet sich in G. Bigourdan: Sur l'équation personnelle dans les mésures d'étoiles doubles, Paris 1886.

Ein Instrument, welches den absoluten systematischen Fehler für jeden Moment zu studieren ermöglicht, wird natürlich sehr grossen Wert für die Beobachtungskunst bieten; ein solches scheint in jenem erfunden zu sein, welches Bigourdan in der oben genannten Abhandlung beschreibt und welches er bereits selbst konstruiert hat. Während O. Struve in grosser Entfernung von der Sternwarte die Vorrichtung der künstlichen Doppelsterne (weisse Elfenbeinknöpfe auf einer schwarzen um ihren Mittelpunkt drehbaren Scheibe) aufstellte, und diese mit demselben Refraktor, dessen er sich bei den wirklichen Doppelsternen bediente, beobachtete, sodass das immerhin mögliche Vorhandensein einer instrumentellen Einwirkung auf die Zusammensetzung des systematischen Fehlers nicht eliminiert wurde, ist die Bigourdan'sche Einrichtung weit einfacher, indem er nämlich alles in einem Rohr vereinigte. An dem einen Ende desselben befindet sich eine um die optische Axe drehbare Scheibe zur directen Messung der Positionswinkel, und auf dieser wieder eine parallel zu derselben Axe und excentrisch auf der ersteren sich drehbare Scheibe mit den künstlichen Doppelsternen, d. h. Durchbohrungen, die von hinten beleuchtet werden. In die erste Scheibe sind zwei Löcher hinein geschnitten in der Weise, dass immer nur ein Doppelsternpaar von vorn sichtbar ist. Der Glanz der Bilder kann durch dunkle Gläser, die vor dem Beleuchtungsapparate angebracht sind, nach Belieben geändert werden. An dem anderen Ende des Rohrs ist eine Objectivlinse von 6,5 mm freier Oeffnung und 65 mm Brennweite, sowie ein Mikrometerapparat angebracht. Die Bilder des Doppelsterns sind durch unabhängiges Verschieben dieser beiden Theile genau in die Fadenebene zu bringen. Um die Abstände nach der Methode der doppelten Distanzen messen zu können, ist der Mikrometerapparat um zwei rechtwinklig zu einander stehende Richtungen zu verschieben; und um den Einfluss des Objectivs zu studieren, kann dasselbe um seine optische Axe gedreht werden. Die Beleuchtung des Feldes geschieht durch eine ausserhalb des Rohrs angebrachte Lampe. Die bei den wirklichen

Sternen auftretende Unruhe der Bilder, die bei den künstlichen Doppelsternen O. Struve's ganz fehlte, ist hier hervorgebracht durch ein in dem Rohre oberhalb der Lichtstrahlen befindliches Becken mit brennendem Gase. Um schliesslich den Einfluss der Höhe des Doppelsterns über dem Horizonte zu studieren, ist der ganze Apparat aufgestellt wie ein Passageninstrument.

Es sind uns somit die Mittel in die Hand gegeben, den Einfluss jedes der oben erwähnten Factoren gesondert an künstlichen Doppelsternen zu untersuchen, was bereits von Bigourdan bezüglich der Positionswinkel ausgeführt ist. Er findet, dass ausser den unter a) und b) genannten Factoren noch einen merklichen Einfluss ausüben: Der Helligkeitsunterschied, sowie die Höhe des Sterns über dem Horizonte; dagegen ist ein solcher nicht vorhanden für den Zustand der Bilder und für die Lage der Verbindungslinie der Augen. Bezüglich der anzuwendenden Okulare darf man eine bestimmte Grenze nach beiden Seiten hin nicht überschreiten; ein zu starkes Okular schadet mehr als es nützt. Dieser letztere Satz ist von Dunér etwas modificiert worden. — Diese Resultate Bigourdan's sind zunächst natürlich subjectiver Natur; grössere Bedeutung können sie erlangen, so bald sie auf die Praxis angewandt werden können, d. h. sobald er selbst Messungen an wirklichen Doppelsternen vorgenommen hat.

Unter den obwaltenden Verhältnissen wird sich die vorzunehmende Untersuchung somit darauf beschränken müssen, die bis jetzt existierenden Correctionsformeln, vornehmlich die von O. Struve, sowie die anderweitig von den Beobachtern gegebenen Correctionen und die von Rechnern gefundenen Resultate mit den hier gewonnenen zu vergleichen; im Uebrigen wird man die systematischen Fehler nur in ihrer Gesammtheit betrachten können, nicht als eine Summe mehrerer von verschiedenen Factoren bedingter Einzelteile. Als geeignete Untersuchungsobjecte bieten sich die Doppelsterne mit sehr grosser Umlaufszeit dar, indem bei diesen die Richtung des Radius vectors zur Vertikalen und die Distanzen wegen der langsamen Bewegung konstante Einflüsse hervorrufen, so lange die Messungen im Meridian angestellt werden; doch stellen sich der Untersuchung dieser insofern Schwierigkeiten entgegegen, als sie nur selten beobachtet sind.

3) Die Vergleichung der Messungen verschiedener Beobachter mit einander, d. h. also die Aufstellung relativer Werte für die systematischen Fehler derselben wird dadurch bedeutend erschwert, dass in der Regel diese zeitlich auf einander folgen und nur während kurzer Zeiträume gleichzeitig beobachtet haben. Auf diesen Umstand habe ich bereits früher hingewiesen, als ich bemerkte, dass bei der ersten Bahnbestimmung das Kriterium des Zeichenwechsels durchaus nicht in der Weise anzuwenden ist, wie man es auf anderen Gebieten der Astronomie gewohnt ist.

Bevor ich zur weiteren Untersuchung übergehe, will ich kurz die Vorzüge aufzählen, die der vorliegende Doppelstern η cor. bor. derselben bietet. Er hat seit seiner ersten Beobachtung fast drei Umläufe gemacht; bei der Bestimmung der Elemente wird man also nicht weit mehr von der Wahrheit abweichen können. Zudem liegt ein sehr grosses Beobachtungsmaterial vor; fast 1100 Abendmittel standen mir zur Verfügung. Wenn auch diese Zahl noch nicht vollständig genügt, um die Gesetze der Wahrscheinlichkeit im vollsten Maasse anwenden und dem Princip der Elimination der systematischen Fehler im Mittel einer grossen Anzahl Beobachter folgen zu können, so giebt sie uns doch die Mittel in die Hand, die wirkliche Bahn mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen und durch die Aufsuchung

der mittleren Fehler relative Gewichtszahlen der einzelnen Beobachter aufstellen zu können, besonders da gerade die bedeutendsten Doppelstern-Beobachter diesem Sternpaare ihre Aufmerksamkeit zugewandt haben, und da das Ineinandergreifen der Beobachter ein ziemlich gutes ist, wie folgende Tabelle zeigt:

1823	J. Herschel						
26		W. Struve					
29		W. Struve					
30	J. Herschel						
31	J. Herschel	W. Struve	Dawes				
32	J. Herschel	W. Struve	Dawes	Smyth			
33	J. Herschel		Dawes	Smyth			
34		W. Struve		Smyth			
35		W. Struve		Smyth			
36	O. Struve	W. Struve		Smyth	Lamont		
37	O. Struve	W. Struve		Smyth			
38	O. Struve	W. Struve		Smyth	Galle		
39	O. Struve	W. Struve	Dawes	Smyth			
40	O. Struve		Dawes				
41	O. Struve		Dawes	Mädler			
42	O. Struve		Dawes	Mädler			
43				Mädler			
44				Mädler			
45	O. Struve	W. Struve	Dawes	Mädler			
46	O. Struve		Dawes	Mädler			
47	O. Struve		Dawes	Mädler			
48	O. Struve		Dawes	Mädler			
49	O. Struve		Dawes				
50	O. Struve	W. Struve		Mädler			
51	O. Struve		Dawes	Mädler			
52	O. Struve		Dawes	Mädler			
53	O. Struve		Dawes	Mädler			
54	O. Struve		Dawes	Mädler			
55	O. Struve	Secchi	Dawes	Mädler	Winnecke		
56	O. Struve	Secchi	Dawes		Winnecke		
57	O. Struve	Secchi	Dawes	Mädler			
58	O. Struve	Dembowski		Secchi	Mädler	Winnecke	
59	O. Struve		Dawes	Secchi	Mädler		
60			Dawes				
61	O. Struve				Mädler		
62	O. Struve	Dembowski			Mädler	Winnecke	
63	O. Struve	Dembowski		Secchi			
64	O. Struve	Dembowski		Secchi	Engelmann		
65	O. Struve	Dembowski	Dawes	Secchi	Engelmann		Talmage
66	O. Struve	Dembowski		Secchi			Talmage

1867	O. Struve	Dembowski				Winnecke	Talmage	Knott
68	O. Struve	Dembowski	Dunér					
69	O. Struve		Dunér				Talmage	
70	O. Struve	Dembowski	Dunér		Gledhill		Talmage	Knott
71	O. Struve	Dembowski	Dunér	Seabroke	Gledhill		Talmage	Knott
72	O. Struve	Dembowski	Dunér			Ferrari	Talmage	
73	O. Struve	Dembowski	Dunér	Seabroke	Gledhill	Brünow	Talmage	
74	O. Struve	Dembowski	Dunér	Seabroke	Gledhill		Talmage	
75	Schiaparelli	Dembowski	Dunér				Talmage	
76	Schiaparelli	Dembowski	Hall		Gledhill	Doberck	Talmage	
77	Schiaparelli	Dembowski		Seabroke		Doberck		
78	Schiaparelli	Dembowski		Seabroke	Burnham	Doberck		
79	Schiaparelli		Hall	Seabroke				
80	Schiaparelli		Jedrzejewicz		Burnham	Doberck		
81	Schiaparelli			Seabroke	Burnham	Doberck		
82	Schiaparelli			Seabroke		Doberck		
83	Schiaparelli	Perrotin	Jedrzejewicz	Seabroke	Engelmann		Küstner	
84	Schiaparelli	Perrotin			Engelmann		Hepperger	
85	Schiaparelli				Engelmann			Holetschek
86	Schiaparelli	Perrotin			Engelmann		Tarrant	
87	Schiaparelli		Hough				Tarrant.	

Der missliche Umstand der kleinen Distanzen wird dadurch gehoben, dass die kleinen Distanzen von O. Struve bei den künstlichen Doppelsternen besonders oft beobachtet sind, dass man die Correctionen oft geradezu aus den Messungen entnehmen kann. Der vorliegende Doppelstern bildet infolge dessen ein wertvolles Object zur Prüfung der Correctionsformeln von O. Struve.

Der Helligkeitsunterschied, der von O. Struve bei der Aufstellung seiner Formeln nicht berücksichtigt ist, der aber nach den Untersuchungen anderer Astronomen, besonders Thieles, als bedeutender Factor des Auftretens systematischer Fehler zu betrachten ist, ist hier so klein, dass W. Herschel im Jahre 1802 die beiden Componenten sogar verwechselte, so dass Villarceau dadurch zu einer ganz anderen Bahn geführt wurde.

Als wichtig füge ich noch hinzu, dass gerade die Messungen von O. Struve so zahlreich sind, dass sie sich auf fast einen ganzen Umlauf erstrecken.

Hinsichtlich der einzuschlagenden Methode bemerke ich noch folgendes: Die Untersuchungen von H. Seeliger, ζ Cancri I, und Schorr, ξ Scorpii, enthalten neben ihrer Hauptaufgabe der Lösung des n-Körper-Problems für Fixsternsysteme auch eine Untersuchung über systematische Fehler. Die von O. Struve gefundenen Correctionen werden an dessen Beobachtungen angebracht und aus den dann noch auftretenden Abweichungen werden weitere Correctionen hergeleitet und sodann die mittleren Fehler zur Bestimmung der relativen Gewichte der einzelnen Beobachter. In seiner zweiten Arbeit ζ Cancri schlägt Seeliger vor der definitiven Ausgleichung der Elemente des entfernten Begleiters C zur Bildung der Normalorte einen anderen Weg ein, führt aber die auf »mühsamen und weitläufigen Rechnungen beruhenden Resultate« nicht an (pag. 63). Hierzu bemerke ich noch ausdrücklich, dass

die von diesen beiden Astronomen hergeleiteten systematischen Fehler der einzelnen Beobachter, besonders so weit sie sich auf den dritten entfernteren Begleiter beziehen, nur mit grossem Vorbehalt zur Vergleichung mit denen aus gewöhnlichen Doppelsternbahnen resultierenden heran gezogen werden dürfen, da dort die Lage eines einfachen Sterns gegen die Mitte zweier einander sehr naher Lichtquellen zu bestimmen ist. Eine Anwendung jener ist naturgemäss völlig unzulässig.

Thiele (Castor) verfährt in etwas anderer Weise. Auch er bringt an O. Struves Beobachtungen die von diesem gefundenen Correctionen an, und vergleicht dann die aus den Abendmitteln jedes Jahres bestimmten mittleren Fehler mit den entsprechenden Differenzen zweier benachbarter Jahresmittel, (Saisons), und schliesst, falls diese jene übersteigen, auf Aenderung der Auffassungsweise. Ich werde in dem Folgenden von den directen Beobachtungen ausgehen und diese mit den nach O. Struve corrigierten vergleichen, das Hauptgewicht somit auf eine Untersuchung der O. Struve'schen Correctionen legen und mehr eine Prüfung der Einleitung des IX. Bandes der Observations de Poulkova ausüben. Wie schon Thiele in seinem Referat hierüber sagt, ist die Bestimmung des mittleren Fehlers, besonders bei O. Struve, mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da man hierzu nur solche Beobachtungen benutzen darf, die unter gleichen Verhältnissen, besonders gleichen Stundenwinkeln, angestellt sind. Gerade dieses letztere ist bei O. Struve selten der Fall. Seine Beobachtungen müssen erst homogen gemacht werden; ob seine Correctionsformeln dieses thun, hängt von der Frage ab, ob sie mit unbedingtem Vertrauen aufgenommen werden dürfen. Hierfür darf, wie aus dem Folgendem hervorgehen wird, der strenge Nachweis als noch nicht geliefert betrachtet werden. Ich habe bei O. Struve für jedes Jahr, für das mehr als drei Abendmittel vorlagen, aus den nach seiner Formel corrigierten Positionswinkeln nach Reduktion derselben auf einen gemeinschaftlichen Zeitpunkt die mittleren Fehler hergeleitet; die Unregelmässigkeit in der Grösse derselben zeigt, dass sie keineswegs zu einer Prüfung der Resultate verwandt werden dürfen. Ein Gleiches ist bei Dembowski, dessen Messungen als von systematischen Fehlern frei angesehen werden dürfen, geschehen. Die Uebereinstimmung der einzelnen mittleren Fehler ist eine bedeutend bessere.

Eine weitere Schwierigkeit bietet der Umstand, dass oft in der Fehlerreihe eines Beobachters vereinzelnt Abweichungen auftreten von unzulässiger Grösse, die das entgegengesetzte Vorzeichen der benachbarten haben, und den bereits gefundenen Resultaten direct widersprechen. In solchen Fällen wird es kaum thunlich sein, das Mittel aller Abweichungen als systematischen Fehler zu betrachten, da dieser durch den einen Ausnahmefall völlig beeinflusst wäre. Andrerseits wird man ebensowenig annehmen können, dass sich vor und nach dem fraglichen Jahre eine Aenderung der Auffassungsweise vollzogen hat; und drittens wird es willkürlich sein, genannte Abweichung einfach auszuschliessen. Unter allen Umständen gebietet es die Pflicht, in der Einleitung oder in den Bemerkungen zu der Beobachtungssammlung oder auch in anderen Bahnbestimmungen nach Gründen zu dem einen oder dem anderen Vorgehen zu suchen. Solche Mitteilungen finden sich jedoch nur selten, und die aus anderen Bahnbestimmungen, besonders den oben genannten, gewonnenen Resultate können wie gesagt nicht unmittelbar zur Vergleichung heran gezogen werden. Eine Ausbeutung der zahlreichen Bahnbestimmungen, die in neuester Zeit in den astronomischen Zeitschriften veröffentlicht sind, würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit übersteigen. — Nach allem diesen erscheint eine Diskussion der einzelnen Messungen immerhin notwendig.

Otto Struve ($O.\Sigma$).

(Observations de Poulkova, Vol. IX, und Supplément hierzu).

O. Struve ist der bedeutendste, der diesem Gebiete der Doppelsternastronomie seine ganze Aufmerksamkeit zugewandt hat, indem er mit grosser Beharrlichkeit und Sorgfalt die systematischen Fehler seiner Beobachtungen, wie auch der anderer namhafter Astronomen zu bestimmen sich bemüht hat. Bei der vorzunehmenden Besprechung gebührt ihm somit ganz naturgemäss die erste Stelle.

Das oben genannte Werk, ohne Zweifel eine Hauptquelle der Doppelsternastronomie für alle Zeiten, enthält in seiner Einleitung ausser den von O. Struve gefundenen Formeln eine grosse Reihe Einzelnheiten, die, teilweise von ihm bei der Bildung oder Prüfung der definitiven Correctionen ausser Acht gelassen, ein wertvolles Material zu fernerer Untersuchung bieten. Infolge der hohen Autorität Struve's wird, wie Thiele treffend sagt, jeder Fehler, der sich in der Einleitung befinden mag, ein langes Leben haben; bei einer Besprechung seiner Beobachtungen wird es daher angezeigt sein, nicht ohne Weiteres die Resultate, sondern hauptsächlich das zur Bildung derselben gegebene Material zu benutzen und zu prüfen.

Es hiesse jedoch eine Kritik der Einleitung geben, wollte ich die Resultate mit allen Einzelnheiten, sowie die dagegen erhobenen Einwürfe hier anführen; bezüglich dieser verweise ich auf das Referat von Thiele (Vierteljahrsschrift, Band 15, 1880, pag. 314). Soweit sie für die vorliegende Arbeit von Interesse sind, wird ihrer Erwähnung geschehen.

Zur Prüfung des Endresultats sind uns von O. Struve zwei Angaben gemacht: Auf pag. 84 giebt er den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung für die Positionswinkel, bestimmt aus Beobachtungen künstlicher Doppelsterne, und zwar nur derjenigen der Periode 1853—56. Auf pag. 152 giebt er denselben für beide Coordinaten, bestimmt aus Beobachtungen wirklicher Doppelsterne, an die jedoch keine systematischen Correctionen angebracht sind. Beide Angaben haben also keinen definitiv gültigen Wert. Die Correctionsformeln prüft er durch die Grösse des Quotienten der Quadratsumme der ursprünglichen Fehler durch diejenige der nach Anwendung der Formeln noch übrig bleibenden Fehler. Eine bedeutende Herabminderung wird freilich hierdurch bewiesen, aber ob dieselbe so beschaffen ist, dass dieser letztere im Vergleich zu dem zufälligen Fehler von zu vernachlässigender Ordnung ist, bleibt zweifelhaft. Obigen Quotienten werde ich in Zukunft mit dem Namen »Verbesserungs-Quotient« bezeichnen.

Ich behandle zunächst die

Positionswinkel.

Die folgende Tabelle enthält in Columne

I. die Jahresmittel,
II. die Anzahl der vereinigten Abendmittel,
III. die beobachteten Positionswinkel,
IV. die nach der definitiven Formel corrigierten Positionswinkel,
V. die Fehler der beobachteten Positionswinkel (Col. III),
VI. die Fehler der corrigierten Positionswinkel (Col. IV),
VII. die nach Anbringung der direct aus den Messungen künstlicher Doppelsterne abgeleiteten Correctionen noch übrig bleibenden Fehler,

VIII. die nach Einführung der im folgenden hergeleiteten Correctionen noch übrig bleibenden Fehler,

IX. die mittleren Fehler, aus den Abendmitteln jedes Jahres bestimmt.

In den Columnen V, VIII und IX sind neben den Fehlern in Graden deren Reduktionen auf den grössten Kreis gegeben, und zwar in tausendstel Secunden.

I	II	III	IV	V		VI	VII	VIII		IX	
1836.50	3	87°.98	—	+ 1°.85	0″019	—		+ 1°.85	0″019	± 2°.86	± 0″030
37.47	1	95.89	97°.30	— 0.02	0	+ 1°.40		— 0.02	0	—	—
38.44	4	107.62	109.63	+ 0.59	5	+ 2.60				3.98	37
39.82	4	127.00	126.78	+ 2.32	25	+ 2.10		+ 2.10	22	3.20	28
40.52	7	137.76	134.16	+ 3.92	35	+ 0.32		+ 0.32	3	1.90	17
41.50	4	151.01	145.91	+ 4.79	44	— 0.31		— 0.31	3	2.04	8
42.60	2	158.76	159.91	— 0.12	1	+ 1.03		+ 1.03	11	—	—
44.71	1	176.93	175.33	— 2.08	17	— 3.68	— 2°.2	+ 1.86	16	—	—
45.61	5	181.93	180.13	— 4.35	44	— 6.15	— 6.2	— 0.41	4	1.37	16
46.61	3	193.76	196.20	— 0.11	1	+ 2.33	+ 0.8	+ 0.25	2	1.72	21
47.64	5	201.44	204.66	— 0.09	1	+ 3.13	+ 3.1	+ 1.05	9	2.90	33
48.72	2	207.65	210.65	— 2.28	20	+ 0.72	+ 1.3	— 1.36	12	—	—
49.65	3	213.82	220.75	— 4.22	39	+ 2.71	+ 4.3	+ 0.63	5	3.58	38
50.52	3	221.45	230.68	— 5.59	42	+ 3.64	+ 4.4	+ 1.56	12	4.43	41
51.56	10	233.10	241.91	— 7.77	54	+ 1.04	+ 2.2	— 1.04	7	2.43	20
52.62	6	257.86	261.23	— 2.36	17	+ 1.01	+ 4.1	— 1.07	7	3.59	24
53.56	5	278.07	281.70	— 4.03	22	— 0.40	— 2.8	— 0.40	3	2.53	18
54.66	4	306.37	313.95	— 2.33	16	+ 5.25	+ 0.9	+ 5.25	36	3.95	28
55.62	4	324.16	330.16	— 3.40	26	+ 2.60	— 1.4	+ 2.60	19	2.77	21
56.62	3	341.25	341.21	— 0.58	5	— 0.62	— 0.6	— 0.62	5	2.73	25
57.62	4	353.87	351.69	+ 1.84	21	— 0.34	— 0.2	— 0.34	4	0.89	9
58.54	5	358.63	359.21	— 0.50	6	+ 0.08	+ 0.2	+ 0.08	0	0.96	12
59.61	4	7.10	5.90	+ 1.50	20	+ 0.30	0.0	+ 0.30	4	1.04	14
61.58	3	11.41	15.51	— 3.25	45	+ 0.85	+ 0.9	— 0.80	12	2.38	39
62.76	2	21.76	21.56	+ 2.69	40	+ 2.49	+ 4.0	+ 0.84	12	—	—
63.54	4	15.12	22.62	— 6.62	115	+ 0.88	+ 0.7	— 0.77	13	2.18	38
64.60	1	23.80	27.10	— 1.38	24	+ 1.98	+ 1.6	+ 0.33	5	—	—
65.78	2	28.90	29.60	+ 0.22	4	+ 0.92	+ 2.0	— 0.73	12	—	—
66.66	4	29.94	34.28	— 1.58	29	+ 2.76	+ 2.0	+ 1.11	19	4.05	82
67.47	2	21.54	30.64	— 12.44	246	— 3.34	— 3.6	— 1.18	24	—	—
68.55	6	31.14	39.59	— 6.21	102	+ 2.24	+ 2.5	+ 1.24	20	1.31	24
69.52	1	30.55	40.55	— 9.93	153	+ 0.07	— 0.7	— 0.93	15	—	—
70.52	1	33.75	44.05	— 10.13	162	+ 0.17	— 1.1	— 0.83	13	—	—
71.58	1	40.46	50.66	— 7.30	108	+ 2.90	+ 1.7	+ 1.90	28	—	—
72.59	5	43.52	53.54	— 8.30	117	+ 1.72	+ 0.7	+ 0.72	10	1.37	22
73.54	4	45.77	55.05	— 10.28	132	— 1.00	— 0.8	— 2.00	26	1.02	15
74.61	4	52.99	62.62	— 8.48	111	+ 1.15	+ 1.0	+ 0.15	2	0.44	6

Die Fehler sind, wie bereits bemerkt, stets im Sinne Beobachtung — Rechnung genommen.

Die Beobachtungen der Jahre 1836—38, in Dorpat angestellt, sind der Einleitung (pag. 123—127) entnommen; dieselben sind ohne jegliche Correction gut dargestellt. O. Struve giebt für die beiden letzten Jahre die Correctionen der Formel B, die von der Richtung des Radius vectors zur Vertikalen abhängen; er bezeichnet diese, soweit sie von dem doppelten Richtungswinkel abhängen, mit II, und von dem vierfachen mit III, die Summe beider mit II + III; ebenso werde ich sie auch in Zukunft bezeichnen, und das konstante Glied der Formel mit $\varkappa$. Für das Jahr 1836 fehlt leider die Angabe des Stundenwinkels. O. Struve lässt die Frage offen, ob eine Anwendung der II + III für diese Zeit erforderlich ist (pag. 129); auch hier lässt sie sich nicht mit Bestimmtheit beantworten, denn es wird zwar durch dieselbe die Darstellung verschlechtert, aber der mittlere Fehler wird von 0″053 auf 0″037 reduciert: zur Berechnung desselben stehen indes nur fünf Abendmittel zur Verfügung. Eine Einzelbehandlung der Abendmittel zeigt, dass in drei Fällen die Correctionen zu gross, in den beiden andereren zu klein sind, so dass also auch die Annahme, dass vielleicht eine Verringerung der II + III erforderlich sei, der Bestätigung entbehrt. Da W. Struve zu gleicher Zeit an demselben Instrument beobachtet hat, so komme ich hierauf noch einmal zurück.

Die bedeutende Verbesserung der Beobachtungen der O. Struve'schen ersten Periode (1839—43) (vergl. V u. VI) bestätigt das von ihm gefundene Resultat, dass nämlich nur die Correctionen II + III hierauf anzuwenden sind und dass $\varkappa = 0$ zu setzen ist. Der mittlere Fehler fällt von ± 3°82 (0″034) auf ± 1°37 (0″013) herab.

Die Beobachtungen der zweiten und dritten Periode (1843—53 und 1854—74), an die die volle Correction $\varkappa$ + II + III nach O. Struve anzubringen ist, zeigen zunächst, dass sie eine positive Correction erfordern, und dass die nach Anbringung der $\varkappa$ + II + III noch übrig bleibenden Fehler ihrer Grösse nach mit wenigen Ausnahmen auf ein Geringes reduciert sind; jedoch lässt die Verteilung der Vorzeichen, besonders das nunmehrige Ueberwiegen des Plus darauf schliessen, dass die systematischen Fehler noch nicht genügend durch die Formel B dargestellt werden. Ich werde eine Discussion der einzelnen Beobachtungen, der Zeit folgend, vornehmen. Da sind es zunächst gleich die beiden ersten Jahre 1844 und 1845 (43 fehlt leider), die ein durchaus abweichendes Verhalten zeigen. Sowohl die Correctionen nach Formel 𝔅, als auch nach den directen Ablesungen aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne vergrössern die negativen Abweichungen. Da der mittlere Fehler eines Abendmittels nur ± 1°90 (0″021) für die beobachteten, und ± 1°37 (0″016) für die corrigierten Abendmittel beträgt, so liegt die Vermutung nahe, dass die Auffassungsweise in dieser Zeit gegen vorher und nachher ganz verschieden war. Diese wird unterstützt durch eine ähnliche Erscheinung bei Thiele, Castor (pag. 42 und 43). Ich habe somit nicht die von O. Struve abgeleitete Correction angebracht, sondern die mittlere + 3°94 (0″045) (bei Thiele + 0″097). Es ist übrigens eine bemerkenswerte Erscheinung, dass die drei Jahre, die Thiele zunächst als diejenigen bezeichnet, auf die eine besondere Aufmerksamkeit zu lenken ist, auch hier dieselben charakteristischen Eigenschaften haben; diese Jahre sind 1844, 54 und 67.

Die corrigierten Positionswinkel der Jahre 1846—52 sind zu gross um durchschnittlich 2°08. Vermindert man das konstante Glied $\varkappa$ (+ 4°6) um diesen Betrag, so erhält man eine gute Uebereinstimmung mit den von O. Struve auf pag. 115 gegebenen Vergleichungen. Er findet nämlich für den hier in Frage kommenden Gesichtswinkel g = 0″76 folgende Differenzen:

$$O\Sigma_{1841} - O\Sigma_{1848}\,;\ (O\Sigma_{1841} - O\Sigma_{1865}) - (O\Sigma_{1848} - O\Sigma_{1865})$$
$$+2^{\circ}30 \qquad\qquad +2^{\circ}32.$$

Da $O\Sigma_{1841}$ keine konstante Correction erfordert, so folgt sogleich, dass das von O. Struve für die zweite Periode angewandte $\varkappa$ zu gross ist; es muss etwa um die Hälfte vermindert werden. Dass die Aenderung der Auffassungsweise sich von 1843—53 successive vollzogen hat, wie O. Struve es pag. 116 für möglich erachtet, geht aus der vorliegenden Fehlerreihe nicht hervor. Im Uebrigen wird obiges Resultat bestätigt durch die directen Ablesungen aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne sowie durch einen später vorzunehmenden Vergleich mit Dawes und Dembowski.

Bezüglich der dritten Periode führt Thiele in seinem Referat den Nachweis, dass entgegen der O. Struve'schen Annahme eine zweimalige Aenderung der Auffassungsweise, und zwar zwischen 1856—66 und 1866—76 stattgefunden hat. In der vorliegenden Fehlerreihe sind die Anzeichen hierfür sehr gering; die corrigierten Beobachtungen zeigen mit Ausnahme des Jahres 1867 ein ganz gleichmässiges Verhalten. Hinsichtlich der Zeichenwechsel sind zunächst die corrigierten Beobachtungen bis 1859 gut dargestellt, trotz der in den Jahren 1853—55 herrschenden kleinen Distanzen. Das Jahr 1854, dessen bereits Erwähnung gethan, zeigt allein ein abweichendes Verhalten. Wendet man auf diese Beobachtungen die Formel B an, die aus den Messungen der künstlichen Doppelsterne 1853—56 abgeleitet ist, so ergiebt sich kein besseres Resultat. Die Jahre 1861—66 erfordern eine Verminderung des konstanten Gliedes $\varkappa$ um durchschnittlich $1^{\circ}65$; jedoch finde ich zur Begründung dieses Vorgehens in der Einleitung keine Anhaltspunkte. Das Jahr 1867 ist das einzige, welches das Resultat Thieles (Referat pag. 337) bestätigt hinsichtlich der Annahme eines bedentend grösseren $\varkappa$. Wendet man das von ihm für den Gesichtswinkel $1''1$ abgeleitete $\varkappa = +5^{\circ}96$ (statt $3^{\circ}80$ bei O. Struve) an, so wird allerdings die Darstellung eine bedeutend bessere. Die Jahre 1868—74 zeigen insofern eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit, als nämlich hier die Correctionen II+III ihr Maximum erreichen. Um zu prüfen, ob für diesen Fall die Formel B noch ihre volle Gültigkeit besitzt, habe ich sie auf geeignete Beobachtungen der künstlichen Doppelsterne angewandt und zwar zunächst nur für die Distanzen $0''6 - 1''2$. Das Resultat war, dass in 14 vorliegenden Fällen die berechnete Correction um durchschnittlich einen Grad zu gross war. Bringt man diesen Betrag an die vorliegende Fehlerreihe an, so wird die Darstellung eine sehr gute.

Das Schlussresultat fasse ich nun dahin zusammen, dass mit einigen kleinen Modificationen die Correctionen durch die Formel 𝔅, besonders wie die letzten Jahre zeigen, gut dargestellt werden, dass somit die gewählte Functionsform nicht weit von der Wahrheit abweicht. Eine besondere Aufmerksamkeit wird in Zukunft darauf zu richten sein, ob O. Struve während der dritten Periode dieselbe Auffassungsweise beibehalten hat, oder ob das von Thiele gefundene Resultat einer zweimaligen Aenderung anzunehmen ist. Von der Beantwortung dieser Frage hängt nämlich zugleich der Wert der absoluten Correctionen ab, die O. Struve für andere Astronomen aus Vergleichungen mit seinen Messungen der dritten Periode gefunden hat.

Durch Anwendung aller oben neu eingeführten Correctionen, deren Annahme nur in einem Falle willkürlich geblieben ist (1860—66), ist die Columne VIII entstanden. Bei dieser mag das Kriterium des Zeichenwechsels mit aller Strenge in Anwendung kommen. Von 36 Jahresmittel haben 20 das positive, 16 das negative Vorzeichen und 24 Wechsel treten auf. Die Darstellung ist also eine sehr gute. Der mittlere Fehler eines Abendmittels beträgt $\pm 1^{\circ}066$, während der nach den Normalorten bestimmte $\pm 0^{\circ}919$ betrug.

Distanzen.

Die folgende Tabelle enthält in Columne

I. die Jahresmittel,
II. die Anzahl der vereinigten Abendmittel,
III. die direct gemessenen Distanzen,
IV. die nach Formel 𝔅″ corrigierten Distanzen.

Die übrigen Columnen finden später ihre Erklärung.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1838.43	4	0″.370	—	— 0″.114	—	— 0″.159				
39.82	2	0.585	0″.655	+ 0.118	+ 0″.162	+ 0.076	+ 0″.146			
40.52	5	0.518	0.418	+ 0.049	— 0.077	+ 0.006	— 0.094		±0″.042	±0″.030
41.50	4	0.520	0.430	+ 0.036	— 0.081	— 0.009	— 0.067		0.039	0.043
42.60	2	0.610	0.495	+ 0.095	— 0.049	+ 0.048	— 0.086		—	—
44.71	1	0.480	0.550	— 0.033	— 0.065	— 0.156	+ 0.010		—	—
45.63	5	0.578	0.672	— 0.066	+ 0.032	— 0.084	+ 0.000		0.040	0.039
46.61	3	0.550	0.677	— 0.071	+ 0.021	— 0.127	— 0.054		—	—
47.64	5	0.494	0.620	— 0.124	— 0.032	— 0.180	— 0.022		0.026	0.025
48.72	2	0.495	0.625	— 0.098	— 0.001	— 0.152	+ 0.038		—	—
49.65	3	0.527	0.640	— 0.025	+ 0.058	— 0.075	— 0.020		—	—
50.52	3	0.427	0.527	— 0.074	— 0.002	— 0.120	+ 0.038		—	—
51.56	10	0.409	0.508	— 0.022	+ 0.053	— 0.061	+ 0.064		0.027	0.033
52.62	6	0.400	0.465	+ 0.033	+ 0.077	— 0.001	— 0.077		0.044	0.046
53.56	5	0.344	0 292	+ 0.006	— 0.064	— 0.025	— 0.078	+ 0″.009	0.015	0.021
54.66	4	0.378	0.310	+ 0.023	— 0.065	— 0.010	— 0.052	— 0.016	0.017	0.001
55.62	4	0.435	0.395	+ 0.025	— 0.038	— 0.012	— 0.061	+ 0.022	0.040	0.041
56.62	3	0.470	0.470	— 0.017	— 0.044	— 0.061	— 0.002	— 0.027	0.036	0.000
57.62	4	0.633	0.620	+ 0.061	+ 0.018	+ 0.011	+ 0.014	+ 0.040	0.061	0.067
58.54	5	0.690	0.718	+ 0.044	+ 0.036	— 0.014	— 0.018	+ 0.046	0.017	0.031
59.61	4	0.748	0.775	+ 0.021	+ 0.007	— 0.045	— 0.036	— 0.008	0.048	0.062
61.58	3	0.820	0.887	— 0.026	— 0.006	— 0.103	— 0.090	— 0.028	0.063	0.057
62.76	2	0.855	0.890	— 0.044	— 0.059	— 0.125	— 0.090	— 0.084	—	—
63.54	4	0.995	1.042	+ 0.070	+ 0.065	— 0.014	+ 0.033	+ 0.020	0.037	0.039
64.60	1	1.040	1.090	+ 0.090	+ 0.091	+ 0.003	+ 0.053	+ 0.003	—	—
65.73	2	1.065	1.110	+ 0.100	+ 0.092	+ 0.012	+ 0.057	— 0.004	—	—
66.66	4	1.038	1.090	+ 0.070	+ 0.068	— 0.018	+ 0.034	+ 0.001	0.051	0.050
67.47	2	1.140	1.185	+ 0.175	+ 0.157	+ 0.087	+ 0.132	+ 0.098	—	—
68.55	6	0.948	0.986	— 0.003	— 0.018	— 0.089	— 0.051	— 0.059	0.042	0.037
69.52	1	0.890	0.910	— 0.040	— 0.072	— 0.125	— 0.105	— 0.154	—	—
70.52	1	0.920	0.950	+ 0.018	— 0.002	— 0.064	— 0.034	+ 0.012	—	—
71.58	1	0.840	0.870	— 0.025	— 0.042	— 0.103	— 0.073	— 0.027	—	—
72.59	5	0.814	0.862	— 0.009	— 0.007	— 0.083	— 0.035	— 0.007	0.044	0.037
73.54	4	0.742	0.772	— 0.038	— 0.051	— 0.109	— 0.079	— 0.079	0.030	0.025
74.61	4	0.758	0.790	+ 0.031	+ 0.023	— 0.035	— 0.003	— 0.010	0.065	0.055

Die Distanz aus dem Jahre 1839 ist geschätzt, und da sie als die einzige dieser Art zu keinen weiteren Folgerungen berechtigt, so ist sie von der Untersuchung ausgeschlossen. Ein Gleiches ist mit der in der Einleitung gegebenen Distanz 1838 aus Dorpat geschehen.

Berechnet man aus O. Struve's Distanzen allein die halbe grosse Axe, so folgt $a_1 = 0''801$ aus den directen Messungen und $a_2 = 0''849$ aus den nach der Formel B″ corrigierten, während dieselbe aus der Gesammtheit der Messungen aller Beobachter 0″875 betrug. Die Vergleichung von a_1 und a_2 mit den Beobachtungen ist in den Columnen V und VI gegeben. Es ergiebt sich somit, dass O. Struve im Allgemeinen zu klein gemessen hat, und dass durch die Correctionen schon eine Verbesserung erreicht wird. Man könnte sich mit diesem Resultate zufrieden geben, wenn nicht die Fehlerreihe Regelmässigkeiten und eigentümliche Erscheinungen aufwiese, die einer weiteren Diskussion bedürfen. Dazu kommt, dass schon von vielen Seiten gegen die Richtigkeit der O. Struve'schen Correctionen der Distanzen Zweifel erhoben worden sind.

Es wird also zunächst festzustellen sein, wie weit die von O. Struve eingeführten Correctionen Vertrauen verdienen, besonders für kleine Distanzen; und so muss ich vor allen Dingen auf die Art und Weise eingehen, wie er seine Resultate gewinnt und prüft.

Die Formel 𝔅″ ist hergeleitet aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne der Jahre 1866 und 1876. Der Verbesserungsquotient beträgt im Mittel für 1853—56 nur 1,7, für die Jahre 1866 und 1876 bezüglich 4,3 und 6, 2. Abgesehen davon, dass hinsichtlich der Bedeutung dieser Zahlen dasselbe gilt, was bereits bei den Positionswinkel gesagt wurde, sind sie doch zu verschieden, um eine für alle Zeiten gleichberechtigte Anwendung der Formel 𝔅″ zu gestatten und O. Struve's Annahme zu rechtfertigen, dass sich seine Auffassungsweise während des Zeitraums von über 20 Jahren nicht bemerkenswert geändert habe (Einleitung pag. 100). Hierzu kommt noch, dass für kleine Distanzen, wie sie im vorliegenden Falle in Betracht kommen, sich obige Zahlen, wenigstens für 1866 (für die anderen Epochen sind sie nicht angegeben) ganz anders gestalten; für dieses Jahr beträgt der Quotient bei einem Gesichtswinkel von 0″88 nur 0,4; der systematische Fehler wird also nicht verkleinert, sondern das Gegenteil findet statt. Auf pag. 98 sagt O. Struve selbst, dass es vielleicht besser wäre, die kleinen Distanzen überhaupt von der Untersuchung auszuschliessen, und auf pag. 102, dass es vorteilhaft erschiene, für die kleinen Distanzen das konstante Glied $x = 0$ anzunehmen, die Correction des veränderlichen Gliedes II jedoch bestehen zu lassen.

Im Capitel 7 der Einleitung giebt O. Struve bei 28 wirklichen Doppelsternen die Vergleichung der systematischen Fehler vor und nach der Anwendung der Correctionen II. Das Resultat ist besonders für kleine Distanzen ein wenig befriedigendes, da bei 11 derartigen Sternpaaren die Fehler grösser werden und sie bei zweien gleich bleiben. Eine Prüfung des konstanten Gliedes für wirkliche Doppelsterne wird nicht gegeben, da Vergleichungsbeobachtungen anderer Astronomen wie bei den Positionswinkel nicht angestellt sind.

Capitel 8 bringt die Untersuchung über die Aenderung der Auffassungsweise während der ganzen Beobachtungszeit. Er hält hier dieselben Perioden inne wie bei den Positionswinkeln. Bezüglich der Kritik über die Art und Weise der Ableitung der konstanten Correctionen für die erste und zweite Periode verweise ich auf das Referat von Thiele (pag. 342 u. f.). Ich will hier nur eins hervorheben, was besonders für den vorliegenden Fall von Interesse ist. Wie bereits erwähnt, erscheint es angebracht, für Gesichtswinkel kleiner als

1″,0 die aus Formel 𝔅″ folgende konstante Correction zu unterdrücken. In diesem Sinne verbessert auch O. Struve seine Messungen, obwohl bei der Zusammenstellung der Resultate pag. 157 dieses Umstandes nicht Erwähnung geschieht. Im Widerspruch hiermit leitet er die konstanten Correctionen für die beiden ersten Perioden aus denen der dritten Periode mit Berücksichtigung des Gliedes $\varkappa$ her. So findet er z.B. für die erste Periode, für die der Vergleich (pag. 115) eine völlige Identität mit der dritten Periode ergiebt, wenigstens für kleine Distanzen, die konstante Correction —0″081. Ferner muss ich hervorheben, dass O. Struve zur Bildung der absoluten Correctionen anderer Astronomen an die Differenzen beider die Correctionen —0″081, resp. +0″071, sowie die aus der Formel 𝔅″ folgende Konstante anbringt, auch für kleine Distanzen. Die auf pag. 131 für den Gesichtswinkel 0″76 gegebenen absoluten Correctionen für O. Struve und W. Struve dürften durch einen Druckfehler entstellt sein. Erstere muss nach seinen Angaben —0″111 heissen, und die für W. Struve nicht +0″020, sondern —0″020. Letztere wird auch bei einem späteren Vergleich mit Bessel (pag. 133), sowie Dembowski (pag. 141) und auch der graphischen Darstellung am Ende des Werks in Anwendung gebracht.

Ich habe alles dieses angeführt, um zu zeigen, mit welchen Unsicherheiten die Correctionsformel 𝔅″, die konstanten Correctionen der beiden ersten Perioden, sowie die von O. Struve abgeleiteten absoluten Correctionen anderer Astronomen behaftet sind. In der folgenden Diskussion werde ich nun eine Prüfung der Correctionen an den Beobachtungen vornehmen.

Um einen Anhaltspunkt zur Bestimmung absoluter Correctionen zu besitzen, habe ich den folgenden Untersuchungen, auch denen der anderen Beobachtungen, die aus den Normalorten abgeleitete halbe grosse Axe a = 0″875 zu Grunde gelegt. Die Darstellung derselben für die directen und die corrigierten Messungen ist in Columne VII und VIII gegeben. IX enthält die aus den directen Ablesungen aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne hervorgehenden Fehler. Aus nahe liegenden Gründen beginne ich mit der dritten Periode (1853).

Zunächst zeigt das vorwiegende Vorwalten des negativen Vorzeichens in Col. VII, dass für Gesichtswinkel kleiner als 1″0 allerdings die Unterdrückung des negativen konstanten Gliedes $\varkappa$ erforderlich ist, während bei grösser werdendem Gesichtswinkel ein Umschlag in der Auffassungsweise eintritt. Wo die Grenze ist, ist hier schwer festzustellen, besonders schon aus dem Grunde, weil die Correction im Maximum nur —0″024 beträgt. Sie ist von O. Struve angebracht an die Beobachtungen der Jahre 1857—59 und 1864—71; die Beobachtungen der letzten vier Jahre 1868—71 widersprechen indes einer Anwendung derselben.

Was die von der Richtung zur Vertikalen abhängige Correction II betrifft, so tritt hier leider der Umstand ein, dass sie während der ganzen Periode positiv ausfällt, ausser in den Jahren 1853—55, d. i. bei den kleinsten Distanzen. Ein entscheidendes Urteil ist somit schwer zu fällen, besonders da der Gedanke nahe liegt, dass für kleine Distanzen überhaupt schon eine konstante positive Correction erforderlich ist. Es tritt ferner der bemerkenswerte Umstand ein, dass die Correctionen der Formel 𝔅″ gerade bei den kleinsten (1853—55) und grössten Distanzen (1863—67) ihr Maximum erreichen, und zwar bei den ersten ihr negatives und bei den zweiten ihr positives; hierdurch werden die Fehler nach derselben Seite hin vergrössert, und zwar ziemlich bedeutend, eine Thatsache, die sehr zu Ungunsten der Gültigkeit der Formel 𝔅″ spricht. Zudem stehen die hieraus folgenden Abweichungen im Widerspruch mit den Ablesungen aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne. Hierzu

muss ich jedoch bemerken, dass die letzteren wegen Mangels an ausreichendem Material, besonders in der Zeit 1853—55, nicht dasselbe Vertrauen verdienen wie bei den Positionswinkeln.

Eine weitere Prüfung der Correctionen II habe ich dadurch vorgenommen, dass ich für die Jahre, für die hinreichend Abendmittel vorlagen, unter Reduktion auf einen gemeinschaftlichen Zeitpunkt die mittleren Fehler aus den uncorrigierten und den corrigierten Beobachtungen bestimmt habe. Diese sind enthalten in den Columnen X und XI. Beachtet man, dass die Richtungswinkel mit dem Vertikal in einzelnen Fällen in einem Jahre eine Differenz von 25°0 erreichten, dass somit die Correctionen um die Hälfte ihres ganzen Betrages differierten, so muss man erwarten, dass die mittleren Fehler durch Anbringung der Correctionen eine bemerkenswerte Verminderung erfahren. Ein Vergleich derselben zeigt, dass diese nur in wenigen Fällen eingetreten ist, dass sogar in 6 Fällen von 14 das Gegenteil statt hat.

Eine Aenderung der Auffassungsweise zeigt sich deutlich zwischen den Jahren 1867—68 (Columne V); der Sprung vom Plus zum Minus ist zu gross, als dass er sich auf andere Weise erklären liesse. Nicht so deutlich ist derselbe von 1863—64, so dass hier der Gedanke der Annahme einer successiven Aenderung nahe liegt. Es bestätigt sich somit hier die Bemerkung Thiele's (Referat), dass das von O. Struve gewählte Jahr 1865 zur Teilung der ganzen Periode sehr unglücklich angenommen war. O. Struve nimmt an, dass während der ganzen Periode eine Aenderung nicht eingetreten ist. Beachtet man aber, dass die Differenzen $O\Sigma_{1860} - O\Sigma_{1870}$ für Gesichtswinkel $< 2''0$ und $> 8''0$ Beträge erreichen ($+ 0''030$, resp. $+ 0''061$), die im Vergleich zu der Grösse der Correctionsglieder der Formel 𝔅″ von nicht zu vernachlässigender Ordnung sind, so wird man O. Struves Annahme mit nicht so unbedingtem Vertrauen aufnehmen dürfen. In der That genügt ein blosser Anblick der vorliegenden Fehlerreihe, um zu zeigen, dass O. Struve von 1853—63 grösser gemessen hat wie nach 1867. Definitive Schlüsse lassen sich aus diesem einen Falle nicht ziehen; eine grössere Reihe von Untersuchungen an ähnlichen Doppelsternen ist hierzu erforderlich.

Aus allem diesen folgt:

1) Die Correctionsformel 𝔅″ ist mit grosser Vorsicht aufzunehmen, besonders für die Jahre 1853—55;

2) Die Distanzen kleiner als 1″0 scheinen eine positive konstante Correction zu fordern, und zwar diejenigen $< 0''7$ eine kleinere, etwa $+ 0''020$, als diejenigen $> 0''7$, die etwa $+ 0''080$ betragen muss;

oder statt 2)

3) In der Periode 1853—74 ist eine zweimalige Aenderung der Auffassungsweise eingetreten: eine successive um das Jahr 1864 herum und eine sprungweise zwischen 1867—68.

Es gilt hier wieder, was bereits bei den Positionswinkel gesagt ist bezüglich der Gültigkeit der absoluten Correctionen anderer Beobachter.

Wie verhalten sich nun hierzu die beiden ersten Perioden und die von O. Struve für diese hergeleiteten Correctionen?

Die Beobachtungen der ersten Periode, die nach Thiele (Referat) uncorrigiert an die Seite der besten Messungen anderer Astronomen gestellt werden dürfen, werden auch hier ohne jegliche Correction sehr gut dargestellt. Hinsichtlich des Wertes der von O. Struve angenommenen konstanten Correction $- 0''081$ habe ich bereits auf das Referat von Thiele

hingewiesen; dieselbe ist auch hier bedeutend zu gross; eine kleine negative Correction wäre höchstens am Platze. O. Struve lässt es zweifelhaft, ob eine Anwendung der Correction II erforderlich ist (pag. 157). Im vorliegenden Falle giebt dieselbe folgende Abweichungen: 1840 — 0″013; 1841 — 0″014; 1842 + 0″018; die Zweifel sind also auch hier nicht zu heben.

Die Beobachtungen der zweiten Periode (1844—52) werden, was die Verteilung der Vorzeichen betrifft (Col. VIII) durch die konstante Correction + 0″071 und durch die Correction II sehr gut dargestellt; die Grösse der übrig bleibenden Fehler genügt jedoch noch nicht den Anforderungen. So viel steht fest, dass sie eine grosse positive konstante Correction erfordern, und dass eine Abhängigkeit von der Richtung zur Vertikalen vorhanden ist, die durch die Correction II noch nicht zur Genüge gegeben wird; man vergleiche nur die mittleren Fehler beider Reihen. Wie in der dritten Periode, so tritt auch hier der unglückliche Zufall ein, dass die Correctionen II mit einer Ausnahme positiv sind, so dass sich also schwer entscheiden lässt, wie gross die konstante Correction zu nehmen ist und welchen Betrag die Einwirkung der Richtung zur Vertikalen ausmacht, die hier im Mittel aller Abweichungen nicht eliminiert wird. Dieses Mittel beträgt für die uncorrigierten Beobachtungen + 0″106, für die corrigierten + 0″075. Zwischen diesen beiden Grenzen wird die wahre Grösse der konstanten Correction zu suchen sein.

Vergleicht man nun alle drei Perioden mit einander hinsichtlich ihrer konstanten Unterschiede, indem man die Mittel für die drei Perioden zu Grunde legt (für die dritte Periode beträgt dasselbe + 0″048), so ergiebt sich

$O\Sigma_{1841} - O\Sigma_{1865}$;	$O\Sigma_{1848} - O\Sigma_{1865}$;	$O\Sigma_{1841} - O\Sigma_{1848}$
+ 0″048	— 0″027	+ 0″075.

Bei O. Struve, pag. 115, betragen diese Zahlen für den Gesichtswinkel 0″76

+ 0″003	— 0″033	+ 0″065.

Es findet also eine unter den obwaltenden Verhältnissen genügende Uebereinstimmung statt.

Da der Zweck der Untersuchung der war, eine Prüfung der von O. Struve gegebenen Correctionen vorzunehmen, und da diese Prüfung bezüglich der Distanzen nicht sehr günstig ausgefallen ist, so habe ich in Ermanglung von weiterem Material von dem Versuch einer besseren Darstellung absehen müssen; bei diesem hätte jedenfalls die Willkür eine grosse Rolle gespielt.

Bei den folgenden Untersuchungen werde ich naturgemäss noch häufiger auf O. Struve's Resultate zurückkommen.

W. Struve (Σ).
(Mensurae micrometricae, Observations de Paulkova, Vol. IX).

		p_0	Δp_0	$\varrho \sin \Delta p_0$	ϱ_0	$\Delta \varrho_0$
1819.70		358°.70	—14°.62	—		
26.77	4	35.02	— 1.61	0″030	1″075	+ 0″034
29.55	2	43.00	— 2.97	46	0.960	0.000
31.63	3	50.39	— 4.02	60	0.883	+ 0.018
32.76	3	56.64	— 3.25	45	0.790	— 0.015
34.84	1	68.88	— 3.68	45	0.700	+ 0.011

		p_0	Δp_0	$\varrho \sin \Delta p_0$	ϱ_0	$\Delta \varrho_0$
1835.53	5	75°.43	— 2°.32	0″26	0″736	+ 0″085
36.52	6	88.55	+ 2.22	23	0.563	— 0.037
37.51	4	95.07	— 1.28	13	0.380	— 0.179
38.44	4	106.44	— 0 65	6	0.360	— 0.168
39 82	3	126.67	+ 1.99	17	0.630	+ 0.121
45.64	1	188.13	+ 1 61	19	0.600	— 0.062
50.50	1	221.05	— 5.75	55	0.460	— 0.088.

Ich behandle zunächst wieder die Positionswinkel.

Die Beobachtung 1819, die bereits von Winnecke (Dissertation) als sehr unsicher bezeichnet wird wegen ihrer grossen Abweichung, habe ich ausgeschlossen. Sie ist ausserdem mit einem kleineren Instrument angestellt und nur enthalten in einem Briefe an W. Herschel (Mem. of the R. A. Soc. Bd. VI, pag. 115). Ebenso sind die beiden letzten Beobachtungen 1845 und 1850 ausgeschlossen. Sie sind von den anderen durch zu grosse Zeiträume getrennt, als dass sie ohne Weiteres mit ihnen verglichen werden könnten; sie bestehen auch nur aus einem Abendmittel.

Bekanntlich hat schon W. Struve Messungen an künstlichen Doppelsternen angestellt. Die hieraus gewonnenen Resultate unterliegen jedoch mehrfachen Bedenken, so dass sie nicht bedingungslos angenommen werden können. Er findet, dass seine Beobachtungen mit geringen, wenn nicht verschwindenden systematischen Fehlern behaftet sind. O. Struve widmet der Vergleichung seiner Beobachtungen mit denen seines Vaters ein längeres Kapitel. Hierauf werde ich zunächst eingehen. Eine Aenderung der Auffassungsweise in den Positionswinkeln ist für kleine Distanzen nach O. Struve nicht zu konstatieren. Die drei Perioden, die der Vergleichung zu Grunde liegen, sind von einander getrennt durch längere Unterbrechungen der Beobachtungsthätigkeit infolge von Reisen und Krankheiten, nämlich im April 1827 und im Herbst 1834. Die vorliegende Fehlerreihe zeigt keine Eigentümlichkeiten in Bezug auf diese drei Perioden. Wohl aber ist es auffallend, dass vom Jahre 1835 an die Darstellung der Positionswinkel eine bedeutend bessere ist wie vorher. Dieses findet vielleicht seine Erklärung darin, dass W. Struve von diesem Jahre an die Anzahl der nächtlichen Einstellungen vermehrt hat. Beachtet man aber, dass der mittlere Fehler nach W. Struve (Mem. pag. LVIII) für die lucidae I. Ordnung 3°75 beträgt, und dass dieser in der vorliegenden Fehlerreihe nur ein Mal überschritten wird, so wird es immerhin zweifelhaft bleiben, ob mit dem Jahre 1835 wirklich eine Aenderung des systematischen Fehlers statt gefunden hat.

Nach O. Struve verhalten sich W. Struves Messungen gerade so wie die seinigen der ersten Periode. Bringt man nun an jene die Correctionen II + III an, soweit der Stundenwinkel der Beobachtung angegeben ist, d. h. für die Jahre 1837—39, so ergiebt sich für W. Struve: 1837 + 0°12; 1838 + 1°35; 1839 + 1°55. Es findet also in allen drei Fällen eine Annäherung an die Bahncurve statt, so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass bei W. Struve eine Abhängigkeit von der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen bestanden hat; ob genau in dem Sinne wie bei O. Struve lässt sich schwer entscheiden, da leider in den Mensurae micrometricae die Angabe der Sternzeit der Beobachtung fehlt. Die Bestimmung des mittleren Fehlers ist in Ermangelung hinreichenden Materials zur Entscheidung der Frage nicht möglich.

Die konstante Correction ist bei O. Struve in der ersten Periode gleich Null. Dieser findet für seinen Vater dasselbe. Er vergleicht nämlich die gleichzeitigen Beobachtungen in Dorpat mit einander und ausserdem Σ_{1831} mit $O\Sigma_{1841}$. Die auftrenden Differenzen sind sehr klein, kleiner grösstenteils als ihre mittleren Fehler; aber bezüglich ihres Vorzeichens widersprechen sie sich, denn $\Sigma_{1831} - O\Sigma$ (Dorpat) ist durchweg negativ, und $\Sigma_{1831} - O\Sigma_{1841}$ durchweg positiv. Eine nochmalige Untersuchung scheint hiernach erforderlich. Ich habe zu diesem Zwecke die Dorpater Beobachtungen einer Durchsicht unterworfen und dabei gefunden, dass bei kleinen Distanzen allerdings in den Differenzen $\Sigma - O\Sigma$ das negative Vorzeichen vorherrscht. Als mittlere Differenz ergab sich $-0^{0}.83$. Nimmt man den mittleren Wert der vorliegenden Fehlerreihe, so findet man $-1^{0}.58$. Vergleicht man hiermit noch, dass Seeliger, ζ Cancri I $-0''.93$, dass Schorr ξ Scorpii $-1^{0}.02$, und ferner, dass auch Thiele, Castor, eine freilich wegen der grösseren Distanz kleinere negative Abweichung erhält, so liegt allerdings die Vermutung nahe, dass W. Struve eine kleine positive Correction erfordert, entgegen dem von O. Struve aus seiner Vergleichung $\Sigma_{1831} - O\Sigma_{1841}$ gefundenen Resultate. Da derartige Widersprüche noch häufiger auftreten, so will ich gleich hier bemerken, dass die von O. Struve hergeleiteten diesbezüglichen Daten nicht immer mit gleichem Vertrauen aufzunehmen sind. Er hat nämlich zu den Vergleichungen seine uncorrigierten Beobachtungen benutzt (Einleitung pag. 135). Da aber gerade bei ihm die Einwirkung der Richtung zur Vertikalen sehr gross ist, bei den Positionswinkeln im Maximum $7^{0}0$ für $1''0$ Distanz, so ist nicht immer anzunehmen, dass diese im Mittel eliminiert ist. Bezüglich der Distanzen brauche ich nur auf den vorliegenden Fall hinzuweisen, wo fast alle Correctionen II positiv ausfielen.

Distanzen.

Zur Untersuchung eignen sich nur die Distanzen grösser als $0''7$; die kleineren liessen nämlich eine directe Messung durch die Fäden des Mikrometers nicht mehr zu und mussten auf andere Weise, mehr durch Schätzung, gewonnen werden (Mm. pag. XXXI). In dem vorliegenden Beobachtungsmaterial kommen also nur diejenigen bis zum Jahre 1835 in Betracht. Zeichenwechsel wie auch Grösse der übrig bleibenden Fehler berechtigen sofort zu dem Schlusse, dass W. Struve die Distanzen mit ausserordentlicher Genauigkeit gemessen hat; die kleineren Distanzen verdienen nicht dasselbe Vertrauen.

Was die Untersuchungen von O. Struve betrifft, so bestätigt sich zunächst, dass W. Struve für die kleinen Distanzen seine Auffassungsweise nicht geändert hat. Hinsichtlich der Grösse und Existenz des systematischen Fehlers gehen die Resultate aus einander. W. Struve selbst findet aus seinen Beobachtungen künstlicher Doppelsterne, dass seine Messungen als frei von solchen angesehen werden dürfen. Der Vergleich O. Struve's ergiebt für den Gesichtswinkel $0''76$ $\Sigma_{1831} - O\Sigma_{1841} = -0''091$. Diese Zahl mit umgekehrtem Vorzeichen würde nach dem früheren zugleich den Betrag der absoluten konstanten Correction ausmachen. Eine bedeutend bessere Uebereinstimmung dieses Resultats mit dem des vorliegenden Falls wird erreicht, wenn man die kleinen Distanzen ($< 0''7$) mit in Rechnung bringt; alsdann ergiebt sich als mittlere Abweichung $-0''052$. Wie weit dieses von O. Struve geschehen ist, lässt sich nicht mit Sicherheit konstatieren. Wenn er auch Einleitung pag. 130 nur von gemessenen Distanzen spricht, so bleibt es doch zweifelhaft, wie weit diejenigen $< 0''7$ hier mit inbegriffen sind, da nämlich W. Struve in der Beobachtungssammlung seines Werks diese als gemessen aufführt: den wirklich geschätzten ist jedes Mal das Wort »taxata« beigefügt.

Die kleinen Disanzen (< 0″7) erfordern im Mittel eine Correction von + 0″069. Diese Zahl stimmt genau überein mit der von W. Struve gefundenen, die für die Distanz 0″6 + 0″070 beträgt (Mm. pag. CLIV).

D a w e s.

(Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. V, VIII, XXXV).

Die Mittel sind nach Massgabe der von Dawes angegebenen Gewichte gebildet; da hierdurch die Jahresmittel der Positionswinkeln und der Distanzen von einander abweichen, so führe ich beide getrennt an. Ich behandle zunächst die

Positionswinkel.

		p_0	Δp_0	$\rho \sin \Delta p_0$
1831.34	3	50 53	— 2°.59	0″.041
32.55	1	56.47	— 2.33	31
33.39	3	63.38	+ 0.08	0
39.59	2	119.59	— 2.09	24
40 62	2	135.29	+ 0.16	1
41.65	6	149.21	+ 1.19	9
42.58	2	156.45	— 2.21	23
46.88	1	196.61	+ 0.73	7
47.53	1	200.67	— 0.04	0
48.34	2	204.28	— 2.61	28
48.47	1	207.27	— 0.64	7
49.44	2	218.13	+ 2.03	23
51 42	2	237.95	— 0.79	6
52.52	1	250.00	— 8.11	56
53.64	4	273.21	— 10.88	62
54.42	3	300.50	— 2.70	19
55.51	1	322.34	— 3.36	26
56.37	1	341.59	+ 2.89	25
57.45	2	350.70	+ 0.18	2
59.62	3	5.41	— 0 24	2
60.34	1	8.95	— 0.38	6
60.35	1	8.29	— 1.04	15
65.44	3	27.45	— 0.34	6.

Die Beobachtungen bis zum Jahre 1833 sind in Ormskirk angestellt, die übrigen in London. Die mit verschiedenen Mikrometern angestellten sind getrennt gehalten. Glücklicherweise jedoch sind die meisten mit dem Parallel-Wire-Micrometer angestellt; nur die aus dem Jahre 1848.48 mit dem Spherical Crystal M. und die aus dem Jahre 1860.34 mit dem Double-image M. Ein wesentlicher Unterschied tritt nicht hervor.

Abweichend von obigen Mitteln giebt Dawes: 1840.62 p = 135.69 und 1854.42 p = 301.34.

Die Beobachtungen von Dawes dürfen gleich denen von Dembowski den besten aller

Zeiten an die Seite gesetzt werden, insofern sie als von systematischen Fehlern ziemlich frei angesehen werden können. Die vorliegende Fehlerreihe bestätigt dieses; mit wenigen Ausnahmen überschreiten die übrig bleibenden Fehler nicht die zulässige Grösse des zufälligen Fehlers. Was zunächst diese Ausnahmen, die Beobachtungen der Jahre 1852 und 1853 betrifft, so dürfen sie nur als eine Bestätigung dessen dienen, dass Dawes im Allgemeinen geneigt war, den Positionswinkel zu klein zu messen; von der Bestimmung einer mittleren Correction müssen sie ausgeschlossen werden, und zwar aus folgenden Gründen: Die Distanz erreicht während dieser Zeit ihr Minimum (0″.37—0″.40), so dass Dawes nur eine längliche Gestalt hat wahrnehmen können. In der Beobachtung 1852, die nur aus einem Abendmittel mit drei Einstellungen besteht, bemerkt er: Scarcely notched, excessively difficult, und zu 1853: The disk is more nearly round than I have ever before seen it. Vergleicht man die von Dawes eingeführten Gewichte der Jahresmittel mit der Anzahl der Einstellungen, so ist das Verhältnis beider zu einander in diesen Jahren nur 2, in allen übrigen grösser bis zu 8 hinauf.

Da O. Struve und Dawes über 30 Jahre gleichzeitig gemessen haben, so steht uns in den Beobachtungsreihen dieser beiden Astronomen ein wertvolles Material zur Vergleichung zu Gebote. Thiele, Castor und Seeliger, ξ Cancri II, finden, dass die Auffassungsweise von Dawes während der ganzen Dauer seiner Beobachtungsthätigkeit keine merkbare Aenderung erfahren hat, dass nur eine kleine positive Correction erforderlich ist: Thiele erhält $+0^{\circ}.50$ bis 1860 und Seeliger $+0^{\circ}.84$. Ein Gleiches bestätigt sich hier, die mittlere Correction beträgt $+0^{\circ}.72$.

O. Struve legt der Vergleichung mit Dawes seine drei Perioden zu Grunde (Einleitung pag. 136) und leitet aus den Differenzen unter Anwendung seiner absoluten Correctionen solche für Dawes her. Er findet zunächst, dass der systematische Fehler von Dawes im Allgemeinen während der ganzen Zeit derselbe geblieben ist, und zwar im Mittel $= -1^{\circ}.80$. Nimmt man nun aber die oben gefundene Correction $+0^{\circ}.72$ als für Dawes absolut an, und vergleicht damit die Differenzen Da $-O\Sigma$, so erhält man für O. Struve:

e	$O.\Sigma_{1841}$		$O.\Sigma_{1848}$		$O.\Sigma_{1865}$	
0″.76	$+0^{\circ}.21$	25	$+2^{\circ}.76$	37	$+2^{\circ}.24$	18
1.58	+ 1.45	27	+ 1.80	34	+ 1.93	16
3.16	+ 0.83	22	+ 1.30	39	+ 0.40	26
6.32	+ 0.05	18	+ 2.03	22	+ 1.40	13.

Die Zahlen der beiden ersten Reihen für 1841 und 1848 befinden sich in naher Uebereinstimmung mit dem früher für O. Struve gefundenen Resultate, insofern sich für den vorliegenden Fall kleiner Distanzen die konstanten Correctionen ergaben $O\Sigma_{1841} = 0$, $O\Sigma_{1848} = 2^{\circ}.66$. Was die Correctionen 1865 betrifft, die von den $\varkappa$ der Formel 𝔅 bedeutend abweichen, so beachte man folgendes: Zunächst ist die Anzahl der verglichenen Beobachtungen bedeutend kleiner als in den beiden anderen Reihen. Sodann wurde gezeigt, dass die konstante Correction $\varkappa$ für $O\Sigma_{1865}$ noch nicht zu allen Zeiten dieser Periode mit demselben Vertrauen aufgenommen werden durfte, dass z. B. die Jahre 1860—65 eine weit kleinere Correction erforderten. Drittens ist die Darstellung der Beobachtungen von Dawes, besonders in den funfziger Jahren nicht mehr so gut wie vorher. Die Abweichungen sind grösser, so dass es nicht ausgeschlossen ist, dass Dawes in dieser Zeit nicht mehr mit der-

selben Genauigkeit gemessen hat, wie vorher. Eine ähnliche Erscheinung tritt bei Thiele, Castor, hervor, der für die letzten Jahre bei Dawes eine negative Correction (— 0°.65) findet und dabei bemerkt, dass es die letzten Beobachtungen seines Lebens waren.

Der Vergleich $Da_{1831} - \Sigma_{1831}$, den O. Struve anstellt, bestätigt, dass beide Astronomen gleich gemessen haben, insofern sie beide eine positive Correction erfordern; dieser Vergleich erstreckt sich jedoch nur auf Distanzen $> 1''0$.

Schorr, ξ Ccorpii, bemerkt bei Dawes, dass die drei von O. Struve unterschiedenen Perioden auch bei ihm deutlich hervortreten, und findet hierfür die Correctionen: I. Periode + 0°.89, II. Periode — 2°.45. für die III. Periode ist nicht genug Material vorhanden. Die diesbezüglichen Zahlen lauten aber bei O. Struve: + 0°.51 und + 2°.21, so dass die Uebereinstimmung doch wohl keine so grosse genannt werden kann, besonders wenn man noch beachtet, dass O. Struve von einer Trennung in Perioden bei Dawes, die er anfangs vorgenommen, nacher wieder Abstand nimmt.

Distanzen.

	ρ.		ρ.		Δρ₀	Δρ.
1833.39			0″700	1		— 0″070
39.59			0.500	1		— 0 010
40.42			0.500	1		— 0.011
41.61	0″495	1			— 0″037	
42.60			0″525	2		— 0″036
46.88			0.600	1		— 0.078
47.53			0.650	1		— 0.026
48.33	0″652	2			— 0″008	
48.48	0.692	1			+ 0.037	
59.44	0.694	1			+ 0.080	
51.41	0.525	2			+ 0.044	
51.42			0″600	1		+ 0″120
52.52			0.500	1		+ 0.094
53.64			0.440	4		+ 0.072
54.46	0″471	3			+ 0″091	
55.51			0″450	1		— 0″012
56.37			0.450	1		— 0.059
57.40			0.600	1		— 0.002
57.47	0″600	2			— 0″009	
59.65	0.721	3			— 0.074	
60.34	0.840	1			— 0.007	
60.35	0.885	1			+ 0.038	
65.44	1.072	3			+ 0.022	

Leider hat Dawes kleine Distanzen nur selten gemessen; die meisten sind geschätzt. Die ersteren, gewöhnlich nur aus einem oder zwei Abendmitteln bestehend, sind ausserdem durch zu grosse Zwischenräume getrennt, als dass sich Resultate über systematische Fehler mit einiger Sicherheit daraus ableiten liessen.

Nach der Verteilung der Vorzeichen könnte man drei Perioden unterscheiden, die ge-

trennt sind durch die Jahre 1848 und 1855. Die mittleren Correctionen für diese drei Perioden sind für die gemessenen Distanzen

I. + 0″.037 (1) II. — 0″.072 (3) III. + 0″.006 (4)

und für die geschätzten:

I. + 0″.032 (5) II. — 0″.095 (3) III. + 0″.024 (3).

Dieselben stimmen also sehr gut mit einander überein, so dass man annehmen kann, dass Dawes in derselben Weise geschätzt wie gemessen hat.

Die Bestimmung des mittleren Fehlers ist nicht möglich wegen des geringen vorhandenen Materials.

O. Struve findet mit Innehaltung seiner drei Perioden

	Da = $O\Sigma_{1841}$	= $O\Sigma_{1848}$	= $O\Sigma_{1865}$
e = 0″.76	+ 0″.041	+ 0″.168	+ 0″.059.

Bringt man hieran die für O. Struve für den vorliegenden Fall gefundenen Correctionen an, so ergiebt sich als absolute Correction für Dawes in den drei Perioden je

— 0″.041 -- 0″.093 — 0″.011.

Die Zahlen der zweiten und dritten Periode stimmen sehr gut mit den oben angegebenen überein; die der ersten Periode bestätigt jedoch den bereits früher erwähnten Umstand, nämlich dass die von O. Struve hergeleitete Correction $O\Sigma_{1841}$ = — 0″.081 bei weitem zu gross angenommen ist. Uebrigens ist der angestellte Versuch mit Vorsicht aufzunehmen, da die Perioden sich nicht gegenseitig decken.

Dembowski (Δ).

(Misure micrometriche di stelle doppie e multiple).

Positionswinkel.

		p_0	Δp_0	$\varrho \sin \Delta p_0$	ε	Δp_1	ε_1
1858.52	10	1°.20	+2°.21	0″026	±2°.46		
62.56	11	16.84	— 1.52	26	1.71	−1°.12	±1°.35
63.43	13	20.75	— 0.63	11	0.78	— 0.33	0.60
64.44	10	24.11	— 0.56	10	0.38	+ 0.11	0.29
65.45	9	27.32	— 0.50	9	0.59	+ 0.06	0.49
66.44	9	29.99	— 0.85	17	0.79	— 0.25	0.76
67.50	7	33.14	— 0.94	17	0.62	+ 0.14	0.58
68.39	7	35.98	— 0.86	12	0.60	— 0.16	0.73
70.38	8	43.54	+ 0.15	4	1.22	+ 0.65	1.12
71.45	8	47.69	+ 0.42	7	1.08	+ 1.02	0.65
72.43	9	51.23	+ 0.08	0	1.44	+ 0.23	1.07
73.44	8	56.11	+ 0.52	7	2.41	+ 0.72	1.69
74.42	8	59.52	— 0.93	10	0.71	— 0.96	0.94
75.41	8	66.67	+ 0.59	7	0.90	+ 0.35	1.16
76.46	9	74.75	+ 1.71	21	1.80	+ 0.96	1.78
77.48	9	81.16	+ 0.12	1	1.73	— 0.43	1.28
78.50	8	90.98	+ 0.48	5	1.64	— 0.92	1.64

ε bedeutet der aus den Abendmitteln eines Jahres nach Reduktion auf einen gemeinschaftlichen Zeitpunkt bestimmte mittlere Fehler.

Aus Neapel liegt nur ein Jahresmittel vor; dasselbe ist trotz seines Fehlers von $+2^0.21$ noch sehr genau, wenn man beachtet, dass der mittlere Fehler für kleine Distanzen in jener Zeit $\pm 3^0.47$ beträgt.

In der Fehlerreihe der Beobachtungen in Gallarate findet im Jahre 1870 ein plötzlicher Wechsel des Vorzeichens statt und zugleich eine bedeutende Verminderung der Genauigkeit, indem der mittlere Fehler sich teilweise mehr als verdoppelt. Wenn auch der von Dembowski bestimmte mittlere Fehler für die lucidae I. Ordnung weit grösser ist ($= \pm 3^0.53$), und wenn hiernach die Genauigkeit, mit der Dembowski den vorliegenden Stern gemessen hat, noch immerhin eine staunenswerte bleibt, so ist obige Erscheinung doch zu auffallend, als dass sie ohne Weiteres übergangen werden könnte. Es fällt zunächst in die Augen, dass die Distanzen vor 1870 grösser als eine Secunde und nachher kleiner sind; man könnte geneigt sein, obige Erscheinung hiermit in Verbindung zu bringen. Beachtet man aber, dass die jährliche Aenderung der Distanzen sehr gering ist, um das Jahr 1870 herum beträgt sie nur 0″.020, so müsste auch die Aenderung des mittleren Fehlers eine successive sein; es sei denn, dass Dembowski Positionswinkel bei Distanzen $< 1''.0$ anders gemessen hat, wie die übrigen. Dieses ist aber nicht wohl anzunehmen, denn einerseits würde Dembowski davon Mittheilung gemacht haben, andrerseits hat er die Distanzen nach 1870 noch grösser als 1″.0 gemessen.

Der plötzliche Wechsel des Vorzeichens legt die Vermutung nahe, dass Dembowski seine Auffassungsweise im Jahre 1870 geändert habe; und zwar habe der systematische Fehler vorher $-0^0.84$, nachher $+0^0.35$ betragen. Diese bedarf jedoch weiterer Bestätigung, einerseits in Betracht der kleinen Grössen, andrerseits weil sich bei anderen Bahnbestimmungen, besonders den häufiger genannten von Seeliger und Schorr ähnliche Resultate nicht gefunden haben. O. Struve vergleicht seine Messungen der zweiten Periode (1843—1853) mit denen Dembowski's aus den Jahren 1865—1869. Er findet bei kleinen Distanzen $O\Sigma_{1848} - \varDelta = -3^0.27$, unter Anwendung seines konstanten Gliedes $\varkappa = +4^0.25$ ergiebt sich für Dembowski die Correction $+0^0.98$. Da sich aber gezeigt hat, dass die konstante Correction für O. Struve in der zweiten Periode bedeutend kleiner zu nehmen ist ($= 2^0.30$), so folgt auch hieraus kein sicheres Resultat. Der Vergleich mit W. Struve ergiebt für kleine Distanzen eine völlige Identität beider. Danach würde also auch Dembowski eine kleine positive Correction wie W. Struve erfordern, und zwar für die ganze Beobachtungszeit. Dieses steht aber im Widerspruch mit den positiven Vorzeichen der Dembowski'schen Fehler seit 1870. Von Kaiser, mit dessen Messungen Dembowski die seinigen verglichen hat, liegen nur zwei Messungen vor, die beide wenig Vertrauen verdienen. Die bezüglichen Abweichungen sind

$$\text{Kaiser } 1841.66 \quad \varDelta p_0 = -3^0 43 \ (0''031)$$
$$43.72 \quad = +8^0 31 \ (0''072).$$

Auf die Vergleichungen mit Dunér und Schiaparelli komme ich später zurück.

Da von Dembowski unter verschiedenen Stundenwinkeln beobachtet ist, so giebt er uns ausreichende Hilfsmittel in die Hand, den Einfluss der Richtung des Sternpaars gegen die Vertikale bei ihm näher zu untersuchen. Eine ähnliche Arbeit ist von Shdanow in Pulkowa ausgeführt, und zu Beginn des VI. Teils des ersten Bandes von Dembowski's Werk veröffentlicht. Ich habe also die Abweichungen sämmtlicher Abendmittel, nicht wie Shdanow

gegen ihren Mittelwert, sondern gegen den Ephemeridenort gebildet und nach dem Winkel gegen die Vertikale geordnet, indem ich sie in Gruppen von 15° zu 15° abteilte. So entstand folgende Uebersicht, in der in der Columne 4 die von Shdanow gefundenen Werte gegeben sind. Die Zahlen, die in Klammern beigefügt sind, bedeuten die Anzahl der Abendmittel.

0°	−1°.00	(20)	−0°.40	(6)
15°	− 0.97	(20)	− 0.30	(3)
30°	+ 0.10	(15)	+ 0.38	(8)
45°	+ 1.20	(4)	+ 0.18	(6)
60°	+ 1.03	(2)	+ 0.63	(10)
75°	− 0.34	(10)	− 0.23	(7)
90°	− 0.40	(17)	+ 0.60	(6)
105°	+ 0.28	(10)	+ 1.34	(9)
120°	+ 0.80	(12)	+ 1.22	(5)
135°	+ 2.49	(8)	+ 1.06	(9)
150°	+ 0.61	(5)	+ 0.43	(8)
165°	− 0.82	(19)	− 1.02	(6)
180°	− 1.00	(20)	− 0.40	(6).

Beide Reihen stimmen sehr nahe überein, und dieses ist insofern interessant, als die Werte der ersteren auf der Voraussetzung basieren, dass die durch die Ephemeride gegebenen Orte den wahren sehr nahe kommen. Aus der Uebereinstimmung wird man somit umgekehrt schliessen können, dass dieses thatsächlich der Fall ist, und dieses um so mehr, weil die Grössen nur klein sind, so dass eine geringe Aenderung eines der Elemente sofort andere Werte geben würde.

Da in beiden der obigen Reihen ein regelmässiger Gang erkennbar ist, so ist immerhin der Gedanke nicht ausgeschlossen, dass bei Dembowski eine freilich nur geringe Abhängigkeit von der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen bestanden hat. Ich habe hiernach die Abendmittel corrigiert; das Resultat ist in der Columne Δp_c obiger Tabelle enthalten, während die Columne ε_c die nach Anbringung der Correctionen abgeleiteten mittleren Fehler der Abendmittel eines Jahres giebt. Die Darstellung ist, sowohl was Grösse der Fehler wie Zeichenwechsel betrifft, eine bessere geworden. Während der mittlere Fehler aus der ganzen Reihe bestimmt, vor Einführung der Correctionen ± 0°827 für ein Abendmittel betrug, ist er jetzt auf ± 0°641 reduciert.

Aber, wie bereits erwähnt, sind die in Frage kommenden Grössen zu klein, als dass man den definitiven Nachweis für obige Annahme als geliefert betrachten könnte. Aus diesem Grunde habe ich auch von einer Bestimmung der mittleren Fehler der Correctionen abgesehen, die in der That in den meisten Fällen grösser ausfallen, wie diese selbst. Bis nicht weitere Untersuchungen sichere Ergebnisse gebracht haben, wird es das Vorteilhafteste sein, die Positionswinkel von Dembowski als von systematischen Fehlern frei anzusehen.

Distanzen.

1862.56	8	ϱ_0 = 0″710	$\Delta\varrho_0$ = −0″262
63.43	9	0.810	−0.196
64.44	7	0.740 (*e*)	−0.294
65.45	7	1.027	−0.024
66.44	7	1.043	−0.014
67.50	7	1 041	−0.011
68.39	5	1.054	+0.014
70.38	6	1.042	+0.053
71.45	5	1.086	+0.137
72.43	7	1.029	+0.123
73.44	5	1.004	+0 148
74.42	6	0.977	+0.174
75.41	7	0.860	+0.112
76.46	8	0.836	+0.147
77.48	9	0.784	+0.151
78.50	7	0.604	+0.020.

Aus Neapel liegen für diesen Stern keine Distanzen vor. Da Dembowski in den ersten Jahren in Gallarate kleine Distanzen mehr geschätzt wie gemessen hat, so habe ich diejenigen bis 1864, schon wegen ihres grossen Fehlers ausgeschlossen.

Es zeigt sich deutlich, dass Dembowski die Distanzen < 1″0 bei weitem zu gross gemessen hat; mit wachsender Distanz findet eine rasche Abnahme des systematischen Fehlers statt, und die Distanzen > 1″0 erfordern schon eine kleine positive Correction. Dieses Resultat steht in voller Uebereinstimmung mit Dembowski's Vergleichung seiner Messungen mit denen W. Struve's, wenn man beachtet, dass W. Struve, wie oben gefunden, keiner Correction bedarf. Die bezüglichen Zahlen lauten:

e = 0″76 $\Sigma = \Delta$ − 0″127; Corr. Δ = − 0″108
1″58 + 0″030; + 0″011.

Nicht so gut ist die Uebereinstimmung mit dem von O. Struve gefundenen Resultat. Wie bereits bemerkt, bringt dieser auch bei kleinen Distanzen die konstante Correction $\varkappa$ an, um die absoluten Correctionen anderer Astronomen zu bestimmen. Für Dembowski findet er bei e = 0″76 Corr. = − 0″055. Ohne $\varkappa$ beträgt dieselbe nur − 0″027, ist also entschieden zu klein. Betrachtet man die beiden Reihen absoluter Correctionen, die aus der Vergleichung mit den beiden Struve für Dembowski hergeleitet sind (Obs. de Poulkova, Einleitung pag. 141 und 142), aus denen O. Struve nachher das Mittel nimmt (pag. 143), so ist der Unterschied beider ein so grosser, dass die eine oder die andere noch Fehler enthalten muss. Der Uebersicht halber setze ich beide Reihen hierher:

e	nach Σ	nach $O.\Sigma$	Differenz
0″76	−0″149	−0″055	−0″094
1.58	+0.025	+0.006	+0.019
3.16	+0.172	+0.117	+0.055
6.32	+0.233	+0 211	+0.022
10.20	+0.222	+0.176	+0.046
14.14	+0.181	+0.214	−0.033
20.42	+0.118	+0.084	+0.034
28.29	+0.064	0.000	+0.064.

Wo der Fehler liegt, kann hier nicht entschieden werden, wenn auch der vorliegende Fall eine bessere Uebereinstimmung mit den W. Struve'schen Vergleichungen ergiebt. Ich verweise übrigens an dieser Stelle auf die bereits bei W. Struve gemachte Bemerkung bezüglich der Genauigkeit der Resultate, die aus O. Struve's Vergleichungen hergeleitet sind.

Auf Dembowski's Distanzen komme ich bei Schiaparelli noch wieder zurück.

Secchi (Se).

Die Beobachtungen bis zum Jahre 1859 habe ich den Memorie dell' Osservatorio del Collegio Romano entnommen, die folgenden den Astronomischen Nachrichten, Band 68.

Da auf die Bildung der Jahresmittel bei Secchi nicht genügende Sorgfalt verwendet ist (cf. O. Struve, Obs. de Poulkova, Einleitung pag. 146), so habe ich diese Arbeit nochmals für die Beobachtungen bis 1859 vorgenommen; für die übrigen war es leider nicht möglich, da mir nur die bereits gebildeten Jahresmittel vorlagen. Abweichend von den folgenden giebt Secchi

$$1858.49 \quad p = 359^{\circ}.08 \quad \varrho = 0''535$$
$$59.48 \quad \quad = 0''535.$$

			Positionswinkel			Distanz	
		$p_{\circ}$	$\Delta p_{\circ}$	$\varrho \sin \Delta p_{\circ}$	Δp_{c}	$\varrho_{\circ}$	$\Delta \varrho_{\circ}$
1855.40	2	325.52	$+1^{\circ}.79$	0''.014	$+0^{\circ}.83$	0''.320	−0''.111
56.59	7	344.24	+ 2.77	25	+ 1.81	470	— 59
57.49	7	350.89	0.00	0	— 0.96	578	— 33
58.49	3	1.04	+ 2.25	27	+ 1.29	632	— 68
59.48	4	4.40	— 0.50	7	— 1.46	583	— 199
63.59	2	23.18	+ 1.27	22	+ 0.31	827	— 184
65.50	2	26.19	— 1.79	33	— 2.75	792	— 258
66.54	3	33.06	+ 1.91	35	+ 0.95	1.122	+ 65.

Die Darstellung der Positionswinkel genügt bereits; nimmt man jedoch aus den übrig bleibenden Fehlern das Mittel, so ergiebt sich als mittlere Correction $-0^{\circ}.96$. O. Struve findet, dass die Beobachtungen Secchi's einer kleinen negativen Correction bedürfen; für die Distanz 0''.76 beträgt dieselbe $-0^{\circ}.52$. Seeliger findet $-0^{\circ}.37$ und Schorr $-1^{\circ}.47$. Der mittlere Fehler eines Abendmittels wird von $\pm 1^{\circ}.83$ auf $\pm 1^{\circ}.47$ reduciert. Hiernach erscheint also die Anwendung einer kleinen negativen Correction bei Secchi erforderlich zu sein.

Die Messungen der Distanzen sind bedeutend zu klein; die mittlere Correction beträgt + 0''.106. O. Struve findet Se $= O\Sigma - 0''.110$, und mit Berücksichtigung des Gliedes $\varkappa$: Corr. = + 0''.084. Die Uebereinstimmung mit Seeliger (+ 0''.026) und Schorr (+ 0''.232) ist keine sehr gute. Die von mir gefundene Correction bleibt in der Mitte zwischen beiden.

Dunér (Du).

(Mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à l'observatoire de Lund).

			Positionswinkel.				Distanz.	
		p_0	Δp_0	$\varrho \sin \Delta p_0$	Δp_c	$\varrho \sin \Delta p_c$	ϱ_0	$\Delta \varrho_0$
1867.69	1	29°.14	−5°.52	0″106	−4°.76	0″092	1″120	+ 0″070
68.65	4	36.93	− 0.74	15	+ 0.53	9	1.147	+ 0.112
69.53	9	40.03	− 0.48	8	+ 0.55	9	1.028	− 0.013
70.51	7	43.69	− 0.15	3	+ 0.48	9	0.976	− 0.008
71.53	9	47.29	− 0.28	8	+ 0.15	2	0.878	− 0.067
72.58	7	51.17	− 0.60	8	− 0.12	2	0.843	− 0.055
73.72	2	55.02	− 1.90	26	− 0.15	2	1.080	+ 0.239
75.55	11	68.73	+ 1.64	20	− 0.26	3	0.699	− 0.040.

Positionswinkel.

Die Abweichungen der Positionswinkel sind, wenn man den ersten aus dem Jahre 1867 der nur aus einem Abendmittel besteht, ausser Acht lässt, ihrer Grösse nach sehr klein; indes widerspricht das Vorherrschen des negativen Vorzeichens den Vergleichungsresultaten O. Struve's und Dembowski's, sowie den von Seeliger und Schorr gefundenen Correctionen; bei ersterem beträgt dieselbe — 3°.44, bei letzterem — 1°.44. Auch bei Thiele und Castor ist eine negative Correction erforderlich.

Gleich O. Struve hat auch Dunér Beobachtungen an künstlichen Doppelsternen angestellt und hieraus eine Correctionsformel abgeleitet (§ 9 seines Werks). Dieselbe ist jedoch, so fügt er hinzu, nur mit Vorsicht aufzunehmen, da sie nicht mit den Resultaten der Untersuchungen anderer Astronomen übereinstimmt. Ich habe trotz alledem die Correctionen hiernach berechnet; die dann noch übrig bleibenden Fehler sind in der Columne Δp_c enthalten. Das Resultat ist bemerkenswert. Zunächst geht daraus hervor, dass bei Dunér eine Abhängigkeit der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen bestanden hat, die durch die Correctionsformel ziemlich gut dargestellt wird. Von einer Bestimmung der mittleren Fehler habe ich absehen müssen, da Dunér fast immer unter gleichen Stundenwinkel beobachtet hat, und somit keine Verminderung zu erwarten war. Die übrig bleibenden Fehler Δp_c sind jetzt um durchschnittlich + 0°20 zu gross; um diese Zahl wäre also das konstante negative Glied der Formel zu vergrössern. Ueber diese konstante Correction ist eine Untersuchung angestellt von N. D. in dem Referate über ζ Cancri I von Seeliger (Vierteljahrsschrift, Jahrgang 17, 1882, pag. 273). Es finden sich hier die Differenzen Du—Δ nach O. Struve's und nach Dembowski's Vergleichungen. Für die drei ersten Ordnungen lauten dieselben:

ϱ	Δ—Du (nach $O\Sigma$);	Δ—Du $= -\frac{1°33}{\varrho}$
0″76	— 3°.72	— 1°.75
1.58	— 2.58	— 0.84
3.16	+ 0.31	— 0.42.

Bringt man an die Differenzen $O\Sigma_{1848}-\Delta$ nicht die volle Correction $\varkappa$ an, sondern die kleinere (+ 2°30), so gestalten sich obige Differenzen Δ—Du (nach $O\Sigma$) folgendermassen:

e	Δ — Du (nach $O.\Sigma$);	Δ — Du $= -\frac{1^{\circ}33}{\varrho}$
0".76	$-1^{\circ}.77$	$-1^{\circ}.75$
1.58	— 1.78	— 0.84
3.16	— 0.39	— 0.42.

Die Uebereinstimmung wird also eine bedeutend bessere; und man kann dieses als ein Argument dafür ansehen, dass für $O\Sigma_{1848}$ die Correction $\varkappa$ zu gross ist.

Distanzen.

Dunér hat im Jahre 1869 seine Beobachtungsmethode geändert (Vierteljahrsschrift 12, 1877, pag. 101); es ist somit anzunehmen, dass auch eine Aenderung der Genauigkeit, resp. der Auffassungsweise statt gefunden hat. Dieses offenbart sich hier in dem Sprung vom Plus zum Minus der übrig bleibenden Fehler.

Das Jahresmittel 1873 besteht nur aus zwei Abendmitteln, die beide bei einem sehr schlechten Zustande der Bilder angestellt sind. Die übrigen Messungen erfordern im Mittel die Correction + 0".037. O. Struve findet für e = 0".76 Du = $O\Sigma_{1865}$ — 0".031. Beachtet man, dass $O\Sigma_{1865}$ eine durchweg positive Correction erfordert, die im Mittel etwa + 0".048 beträgt, so findet in Anbetracht der Unsicherheit dieser Correction eine genügende Uebereinstimmung statt. Der von O. Struve unter Anwendung der konstanten Correctionen $\varkappa$ hergeleitete Wert + 0".005 ist zu klein, so dass man hierin wieder die Bestätigung dessen erblicken kann, dass das Glied $\varkappa$ für kleine Distanzen zu unterdrücken ist. Seeliger findet + 0".014 und Schorr + 0".026.

Am Schluss seines Werks führt Dunér Correctionen an, die herbeigeführt sind durch eine neue Bestimmung der periodischen Fehler der Mikrometerschraube; diese betragen für η cor. bor. im Durchschnitt — 0".035, stehen also mit dem obigen Resultate im Widerspruch. Eine neue Bestimmung derselben ist also, wie es bereits O. Struve bemerkt, wünschenswert.

Schiaparelli (Sp).
(Osservazione sulle stelle doppie).

Positionswinkel.

		p_o	Δp_o	$\varrho \sin \Delta p_o$	Δp_c	$\varrho \sin \Delta p_c$	ε
1875.42	4	66°.09	−0°.05	0"000	+1°.24	0"017	± 1°.62
76.52	5	72.33	— 1.12	16	+ 0.17	17	1.15
77.42	5	79.60	— 0.95	13	+ 0.34	5	0.96
78.53	9	88.34	— 2.45	30	— 1.16	14	2.14
79.52	7	102.44	+ 0.92	9	+ 2.21	23	1.81
80.53	6	115.59	+ 1.80	16	+ 3.09	26	2.02
81.50	4	126.91	+ 0.53	6	+ 1.82	16	5.42
82.50	8	135.38	— 3.99	41	— 2.70	28	3.07
83.48	10	147.24	— 4.11	43	— 2.82	29	2.18
84.52	8	162.00	— 0 81	8	+ 0.48	5	2.06
85.51	10	171.60	— 0.83	9	+ 0.46	7	2.02
86.52	(11)	178.85	— 2.33	24	— 1.04	11	—
87.51	(15)	185.61	— 3.37	40	— 2.08	24	—

Schiaparelli hat eine Reihe von Untersuchungen angestellt über seine Beobachtungen und über systematische Fehler derselben. Jedoch sind diese noch nicht abgeschlossen; besonders will er noch Beobachtungen von Circumpolarsternen ausführen zum Zwecke des Studiums der Einwirkung der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen. Die regelmässige Verteilung der Vorzeichen in Columne $\varDelta p_0$ könnte auf das Vorhandensein einer solchen schliessen lassen; jedoch ist eine Untersuchung hierüber ähnlich der, wie sie bei Dembowski angestellt ist, nicht möglich, da Schiaparelli fast immer im Meridian beobachtet hat.

Die übrig bleibenden Fehler sind mit wenigen Ausnahmen nur klein, da der mittlere Fehler für kleine Distanzen $\pm 3^0.25$ beträgt. Nimmt man aus allen das Mittel, so ergiebt sich als mittlere Correction $+1^0.29$. Diese stimmt sehr gut überein mit der von Schiaparelli aus der Vergleichung seiner Beobachtungen mit dem Mittel mehrerer anderer Astronomen gefundenen $(+1^0.35)$. Jedoch sind diese Zahlen mit Vorsicht aufzunehmen, da die Anzahl der letzteren, besonders für kleine Distanzen, noch zu klein ist, als dass man so ohne Weiteres von dem Satze der Elimination des systematischen Fehlers im Mittel Gebrauch machen könnte.

Die Untersuchung Schiaparelli's hat ergeben, dass er kleiner gemessen hat wie Dembowski; die Differenz Sp — $\varDelta$ beträgt $-0^0.40$, ist also bedeutend kleiner wie die oben gefundene $(+1^0.29)$. (Die Messungen Dembowski's sind hier fehlerfrei angenommen). Die Differenz der von beiden Astronomen gleichzeitig angestellten Beobachtungen der Jahre 1875—78 wird noch grösser, nämlich $= -1^0.86$. Der Grund dieser Nicht-Uebereinstimmung wird in der Unsicherheit solcher allgemeiner Vergleichungen, wie sie von Schiaparelli angestellt sind, besonders so weit sie sich auf kleine Distanzen beziehen, zu suchen sein.

Distanzen.

		ϱ_0	$\varDelta\varrho_0$	ϱ_c	$\varDelta\varrho_c$
1875.42	4	0″.906	+ 0″.159	0″.95	+ 0″.203
76.52	5	0.790	+ 0.105	0.92	+ 0.235
77.42	4	0.751	+ 0.115	0.70	+ 0.064
78.53	8	0.752	+ 0.170	0.73	+ 0.148
79.52	3	0.623	+ 0.080	0.64	+ 0.097
80.53	2	0.503	+ 0.015	0.67	+ 0.152
81.50	*e*			0.61	+ 0.101
82.50	6	0.594	+ 0.078	0.55	+ 0.034
83.48	7	0.689	+ 0.151	0.52	— 0.018
84.52	*e*			0.54	— 0.032
85.51	1	0.749	+ 0.141	0.57	— 0.038
86.52	(11)	0.656	+ 0.014	—	—
87.51	(15)	0.603	— 0.065	—	—

Die Distanzen sind mit Ausnahme der vom Jahre 1886 an an dem 18zölligen Refraktor gemessenen zu gross; als mittlere Correction ergiebt sich $-0''.124$. Für Dembowski betrug diese $-0''.108$; es stimmt also der Unterschied beider mit dem von Schiaparelli gefundenen Resultate Sp — D $= +0''.020$ sehr gut überein, hingegen nicht mit der aus seiner Vergleichung mit mehreren anderen Astronomen hergeleiteten Correction Sp — M $= +0''.032$. Eine Erklärung hierfür wurde bereits oben bei den Positionswinkeln angegeben.

Die geschätzten Distanzen zeigen insofern eine eigentümliche Erscheinung, als die Schätzungen anfangs zu gross ausgefallen sind, dann jedoch successive von Jahr zu Jahr abgenommen haben, bis sie in den letzten Jahren eine positive Correction erfordern.

Neben diesen sieben behandelten Doppelsternbeobachtern sind noch verschiedene vorhanden, die entweder ein grosses Beobachtungsmaterial geliefert haben, oder deren Messungen wegen ihrer Güte eine besondere Beachtung verdienen. Ich habe jedoch von einer weiteren Untersuchung abgesehen und werde hierfür mit wenigen Worten die Gründe angeben:

Zu den ersteren gehört vor allen Dingen Mädler, dessen Messungen von η cor. bor. sich auf einen Zeitraum von 21 Jahren erstrecken. Diese sind teilweise gut dargestellt, teilweise weisen sie bedeutende Fehler auf; eine Gesetzmässigkeit ist nicht erkennbar; es würde somit vergebliches Bemühen sein, bei Mädler Untersuchungen über systematische Fehler anzustellen. Im Uebrigen verweise ich auf die an anderen Orten gemachten diesbezüglichen Bemerkungen.

Die Messungen von Winnecke, Engelmann und Jedrzejewicz, die im Allgemeinen grosses Vertrauen verdienen, sind nicht zahlreich genug, als dass man Schlüsse über systematische Fehler mit einiger Sicherheit daraus ziehen könnte.

Sodann hat Perrotin Beobachtungen gemacht und auch Untersuchungen über seine systematischen Fehler angestellt; es wäre sehr wünschenswert, wenn diese fortgesetzt würden, denn die mir vorliegenden Jahresmittel aus den Jahren 1884 und 1886 sind sehr gut dargestellt.

VII.

Schluss: Zusammenstellung der Resultate.

Werfe ich nun zum Schluss die Frage auf: Was hat die stattgehabte Untersuchung ergeben, so verweise ich zur Beantwortung derselben zunächst auf einige Worte der Einleitung: Sie hat ebensosehr zur Erkenntnis der noch zu überwindenden Schwierigkeiten beigetragen, wie sie positive Resultate erzielt hat. Soweit letztere vorhanden sind, haben sie immerhin nur insofern Wert, als sie bei ferneren Arbeiten nur zur Vergleichung benutzt werden dürfen; mit ihnen von vorne herein die Beobachtungen verbessern wollen, wäre unrichtig, einesteils weil die systematischen Fehler stets nur unter der Voraussetzung gebildet sind, dass die gerechneten Elemente die wahre Bahn sehr nahe darstellen, andernteils sind die gefundenen Werte derselben noch viel zu roh, da sie eben nur aus diesem einen Fall folgen, aus der Bahnbestimmung eines Doppelsterns mit zeitweise sehr geringer Distanz. Aus diesem Grunde habe ich, was ich noch besonders betonen will, es unterlassen, die mittleren Fehler derselben zu bestimmen, sowie hieraus Gewichte für die einzelnen Beobachter abzuleiten.

Ich stelle nun das Ergebnis in dem einen und in dem anderen erwähnten Sinne kurz noch einmal zusammen, indem ich mich vornehmlich auf die Aufzählung der Daten beschränke, die gerade die vorliegende Untersuchung ergeben hat und auf die fernerhin zunächst Gewicht zu legen ist.

Otto Struve.

Zur ersten Bahnbestimmung wird man die von ihm selbst aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne hergeleiteten Correctionen für die Positionswinkel ohne Bedenken anwenden können mit folgenden Einschränkungen:

1. Es bleibt zweifelhaft, ob an die Dorpater Beobachtungen die von der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen abhängigen Correctionen II + III der Formel 𝔅 anzubringen sind; für die I. Periode in Pulkowa ergeben diese eine bedeutende Verbesserung. Das konstante Glied $\varkappa$ ist in beiden Perioden gleich Null zu setzen.

2. Die Jahre 1844 und 45 zeigen ein durchaus abweichendes Verhalten, indem die Correctionen der Formel 𝔅 als auch die directen Ablesungen aus den Beobachtungen künstlicher Doppelsterne die negativen Abweichungen vergrössern. Im vorliegenden Falle ist eine mittlere Correction von $+3^{0}.94$ (= 0.″045) erforderlich. Ebenso nehmen die Jahre 1854, 55 und 1867 eine Ausnahmestellung ein, indem in dem ersten Falle die Correctionen bei weitem zu gross, in dem zweiten zu klein sind.

3. Das konstante Glied der II. Periode (1846—52) ist zu gross. Eine bessre Uebereinstimmung wird erreicht, wenn man die von O. Struve in der Einleitung pag. 115 aus der Vergleichung der 3 Perioden gefundenen Werte für $\varkappa$ zu Grunde legt. Die veränderlichen Correctionen müssen angebracht werden.

4. Bezüglich der III. Periode (1853—74) wird zunächst eine eingehende Untersuchung erforderlich sein, ob die Auffassungsweise nach O. Struves Annahme keinerlei Aenderungen erfahren hat, und dieses um so mehr, als hiervon der Wert der von O. Struve abgeleiteten »Corrections absolues« anderer Astronomen abhängt. Im vorliegenden Falle wird durch die Correctionen im Allgemeinen eine bedeutende Herabminderung der Fehler erreicht; ein besserer Vorzeichenwechsel findet statt, wenn man für die Jahre 1861—66 das konstante Glied um etwa $1^{0}.65$ vermindert und, was hier für die Jahre 1868—74 gilt, die veränderliche Correction in ihrem Maximum um etwa $1^{0}.0$.

Nicht so günstig gestaltet sich das Resultat für die Distanzen. Hier dürfte es notwendig sein, eine Neubildung der Correctionsformel vorzunehmen, und zwar mit strengerer Berücksichtigung der Epochen der Aenderung der Auffassungsweise, da die von O. Struve gebildeten Verbesserungsquotienten für die einzelnen Perioden sehr verschieden ausfallen, zum Theil sogar eine Vergrösserung des systematischen Fehlers anzeigen. Bezüglich des Gliedes $\varkappa''$ lässt sich für kleine Distanzen noch nichts Bestimmtes feststellen, besonders da es kaum die Grösse des mittleren Fehlers erreicht; ebenso dürften die konstanten Corectionen der I. und II. Periode und damit auch die hieraus abgeleiteten »Corrections absolues« noch mit grossen Unsicherheiten behaftet sein (pag. 38).

Eine nähere Zusammenstellung der Resultate für die III. Periode ist bereits pag. 39 gegeben.

Die Messungen der I. Periode dürfen uncorrigiert an die Seite der besten anderer Astronomen gesetzt werden. Ob eine Anwendung des veränderlichen Gliedes der Correctionsformel 𝔅″ angebracht ist, bleibt hier wegen der Kleinheit desselben zweifelhaft; ebenso ob eine kleine konstante negative Correction erforderlich ist.

Für die II. Periode ist eine grössere konstante positive Correction anzuwenden, etwa + 0″.075 bis + 0″.106, sowie auch eine von der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen ab-

hängige Correction, die durch die Formel noch nicht zur Genüge gegeben wird. Da im vorliegenden Falle beide Correctionsglieder positiv ausfallen, so ist eine genauere Bestimmung hier nicht möglich.

Bei ferneren Untersuchungen über das O. Struve'sche Werk ist vor allen Dingen eine neue Vergleichung seiner Messungen mit denen der anderen Astronomen auszuführen und zwar mit Berücksichtigung der mit der Richtung zur Vertikalen veränderlichen Correctionen. Hierdurch wird nicht allein teilweise eine Aenderung der sogenannten »Corrections absolues« herbeigeführt werden, sondern vielmehr auch umgekehrt eine Prüfung der Correctionsformeln. Ebenso dürfte stellenweise eine Vergleichung mit anderen Perioden als denen von O. Struve gewählten auszuführen sein.

W. Struve.

Die von O. Struve für seinen Vater unterschiedenen drei Perioden treten nicht hervor; eine Aenderung der Auffassungsweise scheint überhaupt nicht stattgefunden zu haben. Jedoch ist die Aufmerksamkeit auf das Jahr 1835 zu lenken, mit welchem nämlich W. Struve begonnen hat, die Zahl der nächtlichen Einstellungen zu vermehren, andrerseits aber auch bei einem weniger guten Zustande der Bilder zu beobachten.

Eine Abhängigkeit von der Richtung zur Vertikalen scheint bei W. Struve, wenigstens für die letzten Jahre vorhanden gewesen zu sein; die Grösse derselben lässt sich jedoch in Ermanglung der Angaben des Stundenwinkels der Beobachtung nicht konstatieren.

In Uebereinstimmung mit den Resultaten Seeliger's, Schorr's, Thiele's, sowie mit einem hier neu vorgenommenen Vergleich der gleichzeitigen Beobachtungen der beiden Struve in Dorpat findet sich, dass W. Struve einer kleinen positiven Correction ($+1^{\circ}.58$) bedarf.

Bei den Distanzen W. Struve's ist darauf Acht zu geben, dass diejenigen kleiner als 0."7 mehr durch Schätzung gewonnen sind; diese erfordern eine Correction von $+0''.069$, während die wirklich gemessenen als fehlerfrei angesehen werden können. Zieht man jedoch beide zusammen, wie es von O. Struve zur Bildung der »Corrections absolues« geschehen zu sein scheint, so ergiebt sich als mittlere Correction $+0''.052$, eine Zahl, die übereinstimmt mit der von O. Struve hergeleiteten, nachdem man an diese die für diesen Beobachter gefundenen Reductionen angebracht hat, sowie auch mit der aus dem Vergleich W. Struve — Bessel hervorgehenden, wenn man Bessel als fehlerfrei annimmt.

Dawes.

Nach Ausschluss einiger Beobachtungen mit grösseren Abweichungen findet sich für die Positionswinkel für die ganze Beobachtungszeit eine mittlere Correction von $+0^{\circ}.72$, und zwar in Uebereinstimmung mit Thiele und Seeliger. Eine Vergleichung mit O. Struve bestätigt das für diesen Beobachter sub 3) angeführte Resultat bezüglich der Verminderung des konstanten Correctionsgliedes der II. Periode.

Distanzen hat Dawes in derselben Weise geschätzt wie gemessen. Eine Aenderung der Auffassungsweise scheint stattgefunden zu haben in den Jahren 1848 und 1855; die bezüglichen Correctionen der drei Perioden sind für die gemessenen Distanzen $+0''.037$, $-0''.072$, $+0''.006$ und für die geschätzten $+0''.032$, $-0''.095$, $+0''.024$.

Dembowski.

Die Abweichungen seiner Beobachtungen der Positionswinkel sind weit kleiner als der zu befürchtende zufällige Fehler. Der Sprung des Vorzeichens vom Minus zum Plus im Jahre 1870 lässt jedoch das Vorhandensein eines wenn auch geringen systematischen Fehlers mutmassen. Eine bedeutende Verbesserung in der Verteilung der Vorzeichen wird erreicht, wenn man eine geringe Einwirkung der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen annimmt.

In Uebereinstimmung mit dem von Dembowski ausgeführten Vergleich seiner Messungen mit denen W. Struve's erfordern die Distanzen $< 1''.0$ eine grosse negative Correction, $-0''.108$, und diejenigen $> 1''.0$ eine kleine positive, $+0''.011$. Ein Vergleich mit O. Struve ist von Neuem vorzunehmen.

Secchi.

In Uebereinstimmung mit O. Struve, Seeliger und Schorr erfordern die Positionswinkel eine kleine negative Correction ($-0^{\circ}.96$), und die Distanzen eine grosse positive ($+0''.106$).

Dunér.

Das vorliegende Resultat betreffs der Positionswinkel steht im Widerspruch mit O. Struve, Dembowski, Seeliger, Schorr und Thiele; dieser wird jedoch gehoben durch Anwendung seiner Correctionsformel. Hieraus resultiert, dass bei Dunér eine Abhängigkeit von der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen besteht, die durch die Correctionsformel ziemlich gut dargestellt wird. Für das konstante negative Glied der Formel scheint eine geringe Vergrösserung um etwa $-0^{\circ}.20$ angebracht.

Eine Vergleichung O. Struve's, Dembowski's und Dunér's bestätigt das für O. Struve sub 3) gefundene Resultat bezüglich der Verminderung des konstanten Gliedes $\varkappa$ für die II. Periode.

Bezüglich der Distanzen offenbart sich hier deutlich die für das Jahr 1869 angezeigte Aenderung der Beobachtungsmethode. Die Correction für die Zeit vorher beträgt $-0''.091$ und für nachher $+0''.037$.

Schiaparelli.

Eine Einwirkung der Richtung des Sternpaars zur Vertikalen ist vermutlich vorhanden, deren Grösse sich in Ermanglung ausreichenden Materials nicht konstatieren lässt. In Uebereinstimmung mit seinen Vergleichungen seiner Messungen mit denen Dembowski's, sowie mit dem Mittel mehrerer anderer Astronomen erfordert Schiaparelli eine Correction von etwa $+1^{\circ}.29$ für die Positionswinkel und $-0''.124$ für die Distanzen.

Vita.

Ich, Ernst August Friedrich Wilhelm Grossmann, bin geboren am 16. Februar 1863 in Rotenburg, Prov. Hannover, als Sohn des verstorbenen Domänenpächters Fritz Grossmann und dessen Ehefrau Mathilde geb. Meyer. Erzogen bin ich im evangelisch-lutherischen Glauben. Von meinem 6. Lebensjahre an besuchte ich eine Privatschule meines Heimatsorts; Ostern 1877 bezog ich das Realgymnasium zu Lüneburg, das ich Ostern 1883 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um zunächst meiner Militärpflicht in München zu genügen. Ich habe mich sodann mit Unterbrechung von zwei Semestern (W.-S. $18^{85}/_{86}$, S.-S. 1886), welche ich in Halle zubrachte, stets in Göttingen aufgehalten und die Vorlesungen folgender Herren Docenten besucht: Göttingen: O. Hölder, F. Klein, G. E. Müller, H. Meyer, E. Riecke, A. Schoenflies, W. Schur, H. A. Schwarz, W. Voigt. Halle: Assmann, Cantor, Dorn, Haym, Kraus, Knoblauch, Rosenberger, Wangerin.

Allen meinen hochverehrten Herren Lehrern, insbesondere Herrn Prof. W. Schur, unter dessen gütiger Leitung ich mein astronomisches Studium ausgeführt habe und in die Aufgaben der practischen Astronomie eingeführt bin, spreche ich hierdurch meinen innigsten Dank aus.





